Math. A. 211 ex
Rühlmann

Math. A. 211 e*

Allgemeine

Maschinenlehre.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Ein Leitfaden für Vorträge,

sowie zum Selbststudium des heutigen Maschinenwesens, mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwickelung.

Für

angehende Techniker, Cameralisten, Landwirthe und Gebildete jeden Standes.

Von

Dr. Moritz Rühlmann,
Geh. Reg.-Rath u. Professor an der Kgl. technischen Hochschule in Hannover.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Vierter Band.

~~*Erste Lieferung.*~~

Mit 123 Holzschnitten.

Leipzig 1885.
Baumgärtners Buchhandlung.

139 D

Die Allgemeine Maschinenlehre umfasst in ihrer 2. verbesserten und vermehrten Auflage folgende 4 Bände (3 Bände und einen Doppelband):

Band I. Maschinen zum Messen und Zählen, Maschinen zur Aufnahme der Menschen- und Thierkräfte, Wasserräder, Wassersäulenmaschinen, Windräder, Dampfmaschinen, Luftmaschinen. Mit 429 Holzschnitten. Lex.-8. brosch. Preis 15 *M.*

Band II. Mühlen. Landwirthschaftliche Maschinen. Mit 608 Holzschnitten. Lex.-8. brosch. Preis 15 *M.*

Band III. Strassen- und Eisenbahnfuhrwerke, einschliesslich der Lokomotiven, Dampfomnibusse, sowie der Maschinen und Apparate für pneumatischen Transport. Mit 469 Holzschnitten. Lex.-8. brosch. 15 *M.*

Der zur Zeit (Sommer 1885) noch im Druck befindliche und zunächst in Lieferungen erscheinende Band IV (Doppelband) soll gleichfalls baldmöglichst fertig vorliegen und Folgendes umfassen:

Band IV. Erste Abtheilung. Besondere Transportmaschinen, namentlich Förder- (Hub- und Senk-) Maschinen für feste Körper, Ramm-, Bagger-, Wasserförderungs-Maschinen, Maschinen zum Fortschaffen atmosphärischer Luft. Ferner Erd- und Bohrmaschinen und mechanische Mittel zur Kraftübertragung auf grosse Entfernungen. (Die „Baumaschinen.“)

Band IV. Zweite Abtheilung. Segel- und Dampfschiffe.

Urtheile der Presse über die Allgemeine Maschinenehre:

Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure. — Wenn überhaupt das Gelingen eines so bedeutenden Unternehmens nur einem Technologen ersten Ranges zugetraut werden darf, so rechtfertigt der Herr Verfasser seinen Ruf als einen solchen. Er verbindet mit einer klaren, durch viele in den Text eingedruckte Holzschnitte unterstützten Darstellungsweise wissenschaftliche Gründlichkeit, soweit solche ohne analytische, den Nichtmathematiker abschreckende Entwickelungen erreicht werden kann. Für die mit den wichtigsten Grundsätzen der Mechanik vertrauten Leser sind mathematische Formeln in Anmerkungen entwickelt. — Der Sammelfleiss des Herrn Verfassers kommt dem Leser durch die häufig gegebenen Literaturhinweisungen zu Gute.

Civilingenieur Gewiss wird Jeder, welcher dieses Werk studirt, über die ausserordentliche Literaturkenntniss des Herrn Verfassers staunen, aber wir müssen hervorheben, dass es auch ausserordentlich reich an vollkommen neuen, noch nirgends niedergelegten Angaben und Notizen ist, welche der Herr Verfasser theils auf seinen zahlreichen Reisen, als Mitglied der Jury bei Ausstellungen u. dergl., zu sammeln Gelegenheit hatte, theils von seinen Schülern und Verehrern in reichster Auswahl zugestellt erhielt. Somit gehört die „Allgemeine Maschinenlehre“ zu den empfehlenswerthesten Werken unserer Ingenieurliteratur.

Deutsche Bauzeitung. — Es würde überflüssig sein, den zahlreichen anerkennenden Beurtheilungen, welche das Werk bislang erfahren hat, noch eine neue hinzuzufügen. Der immense Inhalt beweist einen über den gewöhnlichen Sammlerfleiss weit hinausgehendes Maas von Sammeleifer

Unterrichts-Zeitung f. Oesterreich Ueberblicken wir das ganze Werk, so müssen wir dasselbe nach Anlage und Ausführung als ein meisterhaftes bezeichnen, welches nicht nur einzig in der mechanischen Literatur dasteht, sondern gegenwärtig überhaupt zu den hervorragendsten technischen Literaturerscheinungen gehört und somit in keiner Realschule oder polytechnischen Bibliothek fehlen darf und auch keinem Fachmann oder selbst Laien unbekannt bleiben sollte.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Dr. Moritz Rühlmann:

Allgemeine Maschinenlehre.

Vierter Band.

Allgemeine
Maschinenlehre.

Ein Leitfaden für Vorträge,

sowie zum Selbststudium des heutigen Maschinenwesens,
mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwickelung.

Für

angehende Techniker, Cameralisten, Landwirthe und Gebildete jeden Standes.

Von

Dr. Moritz Rühlmann,

Königl. Preussischer Geheimer Regierungsrath, Professor an der technischen Hochschule in Hannover, Ritter des Königl. Preussischen Kronenordens II. Classe mit der Zahl 50, Comthur II. Classe des Königl. Sächsischen Albrechtsordens, Ritter des Hannoverschen Guelphenordens dritter Classe und des französischen Ordens der Ehrenlegion, Officier des öffentlichen Unterrichts in Frankreich, Ehrenbürger der Residenzstadt Hannover, Ehrenmitglied des Hannoverschen Architekten- und Ingenieurvereins und des sächsischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern etc., correspondirendes Mitglied des niederösterr. Gewerbe-Vereins in Wien etc. etc.

Vierter Band.

Maschinen zur Ortsveränderung fester und flüssiger Körper, namentlich Heb- und Senk-Maschinen, Ramm-Maschinen, Nass- und Trocken-Bagger, Pumpen und andere Maschinen zum Wassertransport, Maschinen zum Comprimiren sowie zum Fortschaffen atmosphärischer Luft und zum Zertheilen und Bearbeiten von Baumaterialien. Transmission mechanischer Arbeiten auf grosse Entfernungen etc. etc.

Mit 549 Holzschnitten und 2 lithographirten Tafeln.

Leipzig 1888.

Baumgärtner's Buchhandlung.

Die Arbeitsmaschinen

zum Fördern fester und flüssiger Körper,

mit besonderer Berücksichtigung der sogenannten

Baumaschinen,

mit Ausnahme der Räderfuhrwerke und Schiffe.

Zunächst für technische Lehranstalten

von

Dr. M. Rühlmann,

Königlich Preussischer Geheimer Regierungsrath und Professor an der technischen Hochschule in Hannover.

Leipzig 1888.

Baumgärtner's Buchhandlung.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorwort.

Um allen Betheiligten, insbesondere auch der studirenden Jugend die Anschaffung des bisherigen vierten Bandes meiner Allgemeinen Maschinenlehre, so viel als möglich zu erleichtern, ferner auch, um dem Wunsche meines Herrn Verlegers zu genügen, entschloss ich mich, bei Gelegenheit gegenwärtiger 2. Auflage, in Rücksicht auf die grosse Verschiedenheit des Stoffes der beiden seitherigen Abtheilungen desselben, zwei völlig getrennte Bände zu bilden, wovon der eine (4. Band) namentlich diejenigen Arbeitsmaschinen (im engeren Sinne genommen) in sich fasst, welche zur Ortsveränderung solcher Körper bestimmt sind, die hauptsächlich bei Bauausführungen erforderlich werden, sowie jene, welche zum Zertheilen und Bearbeiten von Baumaterialien dienen und wofür man insgesammt den Gattungsnamen „Baumaschinen“ einzuführen beliebt hat.

Zur Erhaltung des ursprünglichen Planes des ganzen Werkes, sowie in Bezug auf dessen Eintheilung wurden die (sogenannten) Kraftmaschinen (Motore), oder Vordermaschinen des ersten Bandes, und die Räderfuhrwerke im dritten Bande, hier nicht mit aufgenommen, vielmehr als bekannt vorausgesetzt und endlich die **Schiffe** einem besonderen 5. Bande aufbewahrt.

Um die neue Auflage völlig den raschen Fortschritten in der Ausbildung des technisch-gewerblichen Maschinenwesens anpassen zu können, waren ganz besondere Bemühungen nöthig, nicht nur

in den selbstverständlichen Gebieten der Literatur, sondern vornehmlich in den Kreisen der Praxis und Erfahrungen, was vielfache Reisen nöthig machte, ferner Anfragen, Correspondenzen u. s. w. erforderte bei und mit Persönlichkeiten, welche durch ihren Wirkungskreis, dem Verfasser direct und indirect mit Rath und That zu nützen im Stande waren.

In diesen Beziehungen habe ich insbesondere zu danken: Herrn L. Stuckenholz zu Wetter a. d. Ruhr für gütige Mittheilungen im Abschnitte „Krahne“ (S. 222 bis auf S. 226), ebenso den Herren Maschinenfabrikanten Menck & Hambrock in Ottensen (S. 255 für Dampframmen), den Herren Gebr. Schulze in Mainz (S. 289 für Dampfbagger), den Herren Directoren der Lübecker Maschinenfabrik (S. 303—306 für Trockenbagger), dann den Herren Gebr. Körting in Hannover für Mittheilungen über ihre Pulsometer (S. 397—399), über Strahlgebläse (S. 596) und über Gaskraftmaschinen (S. 697—699), ebenso dem Herrn Naville Director der Züricher Maschinenfabrik „Escher, Wyss & Co.“ für Mittheilungen über das neue Wasserwerk „Zürich-Letten“ (S. 438—443), sowie dem Herrn Stadtbau-Ingenieur Burkhard-Streuli daselbst, dem Herrn Civil-Ingenieur Kley in Bonn (für unterirdische Wasserpumpwerke S. 479 und für Wasserhaltungsmaschinen S. 480, sodann meinem Collegen Herrn Professor Riehn ebenfalls für Wasserhaltungsmaschinen (S. 486—488), überdies Tabellen zur Berechnung der Leistung der Dampfmaschinen (S. 688 bis auf S. 693). — Weiter verdanke ich Herrn Civil-Ingenieur Neukirch in Bremen gütige Mittheilungen über die neuen Pumpwerke zur Entwässerung des Bremer Blocklandes (S. 501 u. 502), den Herren Nagel & Kämp, Civil-Ingenieure und Maschinenfabrikanten in Hamburg, Angaben über Sielpumpen-Anlagen (S. 505) und über Dismembratoren zur Mehlfabrikation (S. 703—709), der Firma: Actien-Gesellschaft Schäffer & Walker in Berlin Notizen über Zimmer-Ventilation etc. (S. 595).

Ebenso dankenswerth habe ich die Bemühungen zu erwähnen, womit mich, bei Abfassung des Abschnittes „Maschinen und Anordnungen bei pneumatischen Fundirungen“ (S. 632—636), die Herren Dr. med. Bürkli-Ziegler in Zürich und Ober-Ingenieur

W. Lauter (in Firma Philipp Holzmann & Co. in Frankfurt am Main) unterstützten.

Durch die Seite 650 beginnenden Nachträge war der Verfasser bemüht, so weit als möglich, wichtige (geschichtliche und technische) Ergänzungen zu den seither erschienenen Bänden des Werkes zu liefern, um letzteres nach Kräften auf der Höhe der Zeit zu erhalten.

Hierbei habe ich zunächst der gütigen Winke und Mittheilungen des Herrn Dr. Gerland in Cassel (die Geschichte der Pendeluhren §. 32 betreffend) zu gedenken, dann aber ganz besonders und ehrerbietigst der Güte Sr. Excellenz des Herrn Staatssecretairs Dr. v. Stephan in Berlin, wodurch ich in den Stand gesetzt wurde, durch Schrift und Bild (S. 728—734) über das Neueste der Berliner Rohrpost berichten zu können.

Mit grosser Aufopferung an Zeit und Mühe unterstützte mich mein liebenswürdiger Freund, Herr Ingenieur David Heinrich Ziegler in Winterthur bei der Abfassung des Zusatz-Paragraphen 47, worin die Geschichte der heutigen Drahtseil-Transmission erörtert wird. Hierbei muss ich aber auch der Güte und Freigebigkeit der Firma J. J. Rieter in Toes bei Winterthur gedenken, die mir besonders durch das S. 748 (unter Nr. 3) angegebene grosse photographische Werk, über ausgeführte Drahtseilanlagen etc. nützlich wurden.

Im Zusatz-Capitel „Fernbetrieb“ §. 48 (S. 761 etc.) habe ich speciell im Abschnitte „Wasser-Transmission“ (§. 50) der zuvorkommenden Güte der Herren Gebr. Sulzer in Winterthur, sowie bei der elektrischen Transmission von S. 789 bis S. 807 der vielfachen Winke und Rathschläge meines Neffen, des Herrn Professor R. Rühlmann in Chemnitz und der Mittheilungen des Herrn Professor (Präcisions-Mechaniker) Amsler-Laffon in Schaffhausen zu gedenken.

Auch muss ich wieder die Unterstützung erwähnen, welche mir bei der Bearbeitung dieses Bandes durch die Herren Bibliotheksbeamten der hiesigen Technischen Hochschule gewährt wurde, ganz besonders aber dem Assistenten der Bibliothek, Herrn Cleves,

danken, der in stets unverdrossener, bereitwilligster Art und Weise meinen Studien früh und spät zu nützen bemüht war.

Endlich gebührt noch besonderer Dank, dem unermüdlichen, zuverlässigen Correcturleser Herrn Maschinen-Ingenieur Regierungsbauführer Dieterich Meyer in Köln a. Rh.

So möge denn auch diese, im bald vollendeten 77. Lebensjahre, ausgeführte Arbeit überall eine nachsichtige Beurtheilung erfahren!

Hannover, den 17. Januar 1888.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniss.

Zweite Abtheilung.

Maschinen zur Verrichtung nützlicher (produktiver) mechanischer Arbeiten.

Siebenter Abschnitt.

Maschinen zur Ortsveränderung der Körper.

Erstes Capitel.

Maschinen zum Heben und Senken fester Körper.

§.		Seite.
1.	Geschichtliche Einleitung	1
2.	Heb- und Senk-Maschinen mit direkter Kraftwirkung unter Einschaltung des einfachen Hebels	62
3.	Flaschenzüge als Heb- und Senk-Maschine	78
4.	Winden mit direkter Wirkung	91
5.	Winden mit Benutzung von Seilen, Ketten und Riemen	97
6.	Fördermaschinen für Bergwerke und für besondere Verkehrszwecke	132
	Maschinen zur Vertikalförderung	133
7.	Maschinen zum Transporte (zur Förderung) auf stark geneigten Ebenen	164
8.	Krahne, feststehende	191
9.	Desgl., transportable	200
10.	Wipp-Krahne	210
11.	Winden auf fahrbaren Hochgerüsten	216
12.	Ramm-Maschinen	231
13.	Bagger-Maschinen (Geschichtliche Uebersicht)	253
14.	Bagger-Maschinen (Gegenwart)	272

Zweites Capitel.

Maschinen zum Fördern (Schöpfen und Heben) des Wassers.

15.	Geschichtliche Einleitung. Aelteste Zeit	308
16.	Vom Anfange der christlichen Zeitrechnung bis Ende des 18. Jahrhunderts	332
17.	Vom Anfange des 19. Jahrhunderts bis zur Gegenwart	359
18.	Wasserwerke für besondere Zwecke	406
19.	Feuerlöschspritzen	448

§. Seite
20. Wasserhaltungsmaschinen 466
21. Maschinenwerke zur Ent- und Bewässerung von Ländereien 488
22. Pumpwerke für Latrinenstoffe und Schmutzwasser 508
23. Wasser-Pumpwerke für spezielle Bauzwecke 521
24. Pumpwerke für springende Wasserstrahlen 530

Drittes Capitel.

Lufttransportmaschinen.

Bläser und Sauger.

25. Geschichtliche Einleitung 543
26. Die Gebläsmaschinen der Gegenwart 560
27. Die Saugmaschinen der Gegenwart 584
28. Einige besondere Verwendungen verdichteter oder verdünnter atmosphärischer Luft zu technischen Zwecken 598
29. Pneumatische Apparate und Maschinen beim Arbeiten unter Wasser 608
30. Maschinen und Anordnungen bei pneumatischen Fundirungen . . . 613
31. Tunnel-Gestein-Bohrmaschinen, betrieben durch gepresste Luft oder durch gepresstes Wasser 636

Nachträge
zu Band I bis IV (Zweite Auflage) dieses Werkes.

(Zu Band I.)

§.		Seite
32.	Zur Erfindungsgeschichte der Pendeluhr	650
	Das Torsionspendel	657
	Elektrische Uhren	658
	Zeitbälle und Zeitsignale	666
33.	Arbeitsleistung eines felddienstmässig ausgerüsteten preussischen Infanteristen beim Marsche auf horizontalem Wege	669
34.	Zur Erfindungsgeschichte der Wassersäulen- und Dampf-Maschinen	672
35.	Windräder der Neuzeit	685
36.	Leistungsbestimmungen der Dampfmaschinen	688
37.	Kalorische Kraftmaschinen	693

(Zu Band II.)

38.	Neuere Maschinen der Getreide-Müllerei	703
39.	Mühlen für Mineralkörper	712
40.	Maschinen zur Bearbeitung von Steinen	714

(Zu Band III.)

41.	Einige Lokomotiven der Gegenwart	718
42.	Widerstand der Eisenbahnfuhrwerke mit Pferdebetrieb in Städten	723
43.	Die neuesten Rohrpostapparate der Stadt Berlin	727

(Zu Band IV.)

44.	Neue, transportable Wasserdruck-Krähne	735
45.	Die (neuesten) Bagger der Gegenwart	736
46.	Zum Capitel „Erfindung der Centrifugalpumpen und Centrifugalgebläse“	737
47.	Die Pionniere der heutigen Drahtseil-Transmission	738

Zusatz-Capitel.

48.	Fernbetriebe der Gegenwart (Geschichtliche Uebersichten)	761
	Starre Stangen oder Drähte	762
49.	Luftsäulengestänge	763
50.	Gepresstes Wasser	766
51.	Drahtseile	777
52.	Elektricität als Fernbetriebmittel	789

Berichtigungen und Ergänzungen.

S. 66 ist unten als Note 4 nachzutragen: „Schwimm-Dock von Clark & Standfield“ in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. Jahrgang 1884, S. 849.

S. 67, Zeile 22 ist zu schreiben $76 = \left(\frac{1,6213}{0,02127}\right)$.

S. 331, Note 1, fehlt die Hinweisung auf das von Herrn Köpke (jetzigen Geh. Finanzrath in Dresden) aufgestellte Verfahren zur Berechnung der Wassermenge, welche eine sogenannte Wasserschnecke (Tonnenmühle) liefern kann und worüber später S. 525 ausführlich berichtet wird.

S. 340, Zeile 3 von unten ist die Angabe, dass die Centrifugalpumpe 1732 erfunden sei, durch den Nachtrag §. 46 (S. 737) zu berichtigen.

S. 449 (Note 1) ist zu setzen: C. Bach, Ingenieur und Professor am K. Polytechnikum zu Stuttgart. Das Jahr der Erscheinung des angegebenen Werkes ist 1883.

S. 512, Zeile 16 von unten ist der Anfangssatz: „Wie bereits erwähnt“, zu streichen.

S. 559, Zeile 7 von unten ist Huyghens statt Huggens zu schreiben.

S. 560, Zeile 3 von oben „Historische Notizen“, die Erfindung der Centrifugalgebläse betreffend, sind (im Buche) später S. 737, §. 46, noch ausführlicher erörtert.

S. 587 bis S. 591 wäre Gelegenheit gewesen, Herrn Carl Kley's in Bonn neuesten Centrifugalventilatoren mit spiralförmigem Einlauf (Deutsches Reichspatent Nr. 20314 vom 16. Juni 1882) zu gedenken. Leider ist dem Verfasser diese empfehlenswerthe Construction, wodurch grosse Arbeitsverluste beseitigt werden, zu spät bekannt geworden, um solche an gehöriger Stelle erörtern zu können. Im 5. Bande dieses Werkes, an der Stelle wo die Ventilation der grösseren Personen-Dampfschiffe besprochen werden wird, soll dies Versehen seine Berichtigung erfahren.

S. 724, Zeile 16 von oben ist k_1 durch k zu ersetzen.

S. 727, Zeile 8 von unten fehlt die Angabe, dass dieser Nachtrag zu Bd. III gehört.

S. 779 (unten). Wie bereits an letzterer Stelle bemerkt, gingen die nachstehenden Erörterungen, die Schaffhausener Drahtseiltransmissionen betreffend, dem Verfasser erst nach vollendetem Abdruck zu, konnten daher nur noch hier Platz finden. Dieselben lauten folgendermaassen:

„Turbinen und Drahtseiltransmissionen der Wasserwerkanlage in Schaffhausen sind von den Herrn J. J. Rieter & Co. in Winterthur mit grösster Sorgfalt construirt und ausgeführt worden.

Da es sich hier zum ersten Male um Uebertragung so bedeutender Kräfte durch Drahtseile handelte, war die Aufgabe eine sehr schwierige, um so mehr, als die ganze Seiltransmission in den Rhein hinaus verlegt und die Kraft an zahlreiche Abonnenten durch Seitentransmissionen abgegeben werden musste.

Es kann deshalb dem Constructeur kein Vorwurf daraus gemacht werden, dass sich nicht alle Details der Construction bewährten, um so weniger, als im Lauf der Jahre sich die Bedingungen wesentlich änderten, indem z. B. die Seiltransmission gegenwärtig 550 ℔. überträgt, während sie anfänglich nur auf 450 ℔. berechnet war. Jetzt werden Drahtseile von 35 mm Dicke verwendet, während ursprünglich nur solche von 27 mm Dicke dienten; es sind deshalb die Durchmesser der Kreisscheiben nunmehr viel zu klein (4,5 m).

In den ersten Jahren des Bestehens der Anlage traten sehr zahlreiche Betriebstörungen ein. Manche derselben, vielleicht die meisten, mögen auf Rechnung einer nicht hinlänglich sorgfältigen technischen Leitung des Betriebs zu setzen sein, da auch hier erst Erfahrungen gemacht werden mussten. (So z. B. liess man anfänglich die Seile laufen, bis sie rissen, um vorzeitige Betriebsunterbrechungen zu vermeiden.) Dagegen traten andere Störungen ein, die in den Verhältnissen begründet waren und die hier anzudeuten wohl am Platze sein mögen.

Anfänglich waren die Seilnuten der Seilscheiben mit Holz gefüttert (da die von Stein angewendete Fütterung von Guttapercha aus verschiedenen Gründen nicht zulässig erschien). Diese hielt nicht lange aus und es trat bei mässiger Beanspruchung Gleiten der Seile ein. Schliesslich ging man zu der Fütterung mit Lederscheiben über, die sich heute noch bewährt. Jedoch erwies sich die Anwendung einer Schmiere als nöthig, welche das Verrosten und Gleiten der Drahtseile verhüten soll. Letzteres ist nicht immer zu vermeiden, namentlich bei nassem Wetter und bei Eintreten von Reif (weshalb sich auch die Anlage der Seiltransmission über dem Rheinspiegel nicht als zweckmässig erweist; allerdings war sie durch die Verhältnisse geboten).

Die Einsenkung der Drahtseile und die mit Rücksicht darauf erforderliche Pfeilerhöhe war aus den Erfahrungen abgeleitet, welche man an kleineren Anlagen gemacht hatte; allein es fand sich bald, dass es unmöglich war, die dicken Drahtseile ebenso scharf gespannt zu erhalten (um so weniger, als das öftere Verkürzen der Seile diese an den Schlussstellen sehr bald ruinirt). Man sah sich deshalb genöthigt, zwei der Pfeiler um je 2,7 m zu erhöhen, um zu verhüten, dass die Seile an der tiefsten Stelle der Einsenkung ins Wasser eintauchen. Auch die Differentialgetriebe bewährten sich nicht auf die Dauer, ohne Zweifel nur aus dem Grunde, weil es unmöglich war, dieselben auf den Pfeilern gegen atmosphärische Einflüsse zu schützen. Sie wurden beseitigt, bis auf das eine im Turbinenhause befindliche, welches sich in geschützter Lage befindet und ganz gut bewährte, trotzdem es am stärksten in Anspruch genommen wurde. Die beiden Seilsysteme arbeiten jetzt unabhängig von einander (indem von den beiden Seilscheiben auf einer Welle die eine festgekeilt ist, die andere lose läuft). Der Betrieb hat sich günstiger gestaltet, ungeachtet nun das eine Seil allein circa 400 ℔. zu übertragen hat, das andere nur circa 100 ℔.

Ein erheblicher Uebelstand in der Anlage, der aber nicht dem Constructeur zu Lasten fällt, sondern z. B. nicht zu ändernden Verhältnissen, den bestimmt ausgesprochenen Willen von Fabriksbesitzern etc., ist das Bestehen von zahlreichen Winkeltrieben und Wellentransmissionen, durch welche die Kraft von der Seiltransmission den Abonnenten zugeführt wird. In neuerer Zeit sind diese Vorkehrungen theilweise wesentlich abgeändert worden. Gegenwärtig kann jedoch, theils in Folge der bezeichneten Modificationen, theils in Folge sehr sorgfältiger Ueberwachung, der Betrieb als ein durchaus normaler bezeichnet werden, der äusserst selten gestört wird. Allerdings müssen in den Arbeitspausen immer zahlreiche Reparaturen an den Seilen vorgenommen werden."

(Interimstitel).

Allgemeine

Maschinenlehre.

Ein Leitfaden für Vorträge,

sowie zum Selbststudium des heutigen Maschinenwesens mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwickelung.

Für

angehende Techniker, Cameralisten, Landwirthe und Gebildete jeden Standes.

Von

Dr. Moritz Rühlmann,

Königl. Preuss. Geheimer Regierungsrath und Professor an der technischen Hochschule zu Hannover, Ritter des Königl. Preuss. Kronenordens dritter Classe, des Hannoverschen Guelphenordens dritter Classe und des Ordens der französischen Ehrenlegion, Officier des öffentlichen Unterrichts in Frankreich, Ehrenbürger der Residenzstadt Hannover, Ehrenmitglied des sächsischen Ingenieur- und Architektenvereins, des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, des polytechnischen Vereins für das Königreich Baiern etc., correspondirendes Mitglied des niederösterreichischen Gewerbevereins in Wien etc. etc.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

Vierter Band.

Erste Lieferung.

Mit 223 Holzschnitten.

Leipzig 1885.

Baumgärtner's Buchhandlung.

Erstes Capitel.

Maschinen zum Heben und Senken fester Körper.

Geschichtliche Einleitung.

§. 1.

Die Geschichte der Maschinen zum Heben von Lasten auf verhältnissmässig grosse Höhen [1]) findet eine ihrer vorzüglichsten Quellen in dem Schaffen der ältesten auf der Erde existirenden, monumentalen Bauwerke [2]), bei dem ersten der sogenannten sieben Wunder der Welt [3]), den ägyptischen Pyramiden. War es zu ihrer Bauzeit, vor ungefähr 4000 Jahren von jetzt an gerechnet, auch leicht, über Hunderttausende sclavischer Arbeiter

1) Mancherlei hierhergehörige, für die gesammte Geschichte des Bau-Ingenieurwesens beachtenswerthe Notizen liefert Sir John Hawkshaw in seiner Ansprache (Adress) an die British Association bei der Versammlung in Bristol im Monat August 1875. Der genannte, berühmte englische Ingenieur spricht hierbei den bemerkenswerthen Satz aus: „The progress of civilisation depends on the labours of the engineer".

Sonst ist die ganze Ansprache etwas breit und umständlich gehalten, ermüdet leider sehr und leidet an manchen andern Mängeln. Ganz speciell abgedruckt findet sich die Adresse in der englischen Zeitschrift „The Engineer" vom 20. August 1875, S. 141 und S. 146.

2) Ploetz in seinem Geschichts-Auszuge (Vierte Auflage, 1873, S. 3) datirt die Erbauer der grössten Pyramiden (die Könige Chafra, Cheops oder Chufu und Menkera) aus den Jahren 2800 bis 2700 vor Christo.

3) Zu den sieben Wundern der Welt zählte man bekanntlich: a) die ägyptischen Pyramiden; b) die Mauern und c) die sogenannten hängenden Gärten zu Babylon; d) den Tempel der Diana zu Ephesus; e) die Bildsäule des olympischen Jupiter; f) das Mausoleum der Artemisia in Halikarnass und g) den Koloss zu Rhodus.

ohne Weiteres zu gebieten, immerhin reichten diese Menschenkräfte nicht aus, derartig gewaltige Bauten mit solchen Mitteln allein zu schaffen, man brauchte andere Hülfe, man bedurfte der Maschinen. Dass solche angewandt worden sind, ist jetzt als gewiss anzunehmen, wenn auch eine Zeit lang hierüber manche Zweifel erhoben wurden und mehrfache wenig verständliche Ansichten hin und wieder Platz gegriffen hatten.

Zu den Zweiflern der alten Zeit gehörte insbesondere Diodorus[1]), indem dieser der Ansicht war, dass man weder Rollenzüge, noch Winden, Krahne u. dgl. m., sondern höchstens sogenannte Brechstangen (Hebel einfachster Art) in Anwendung brachte und mittelst dieser, sowie geeigneter Unterlagen (Holzgestänge, Holzbahnen, den Höhentransport unter Benutzung schiefer Ebenen (Rampen) beschaffte.

Plinius[2]) im 36. Buche, §. 17, seiner Naturgeschichte lässt die wichtige Frage, „wie man Materialien bis zur Pyramidenhöhe[3]) hinaufschaffen konnte", unbestimmt und berichtet nur Folgendes: „Einige sagen, man habe, je nachdem das Werk stieg, Erhöhungen von Salz und Nitrum, (statt der Baugerüste) gemacht und sie nach Vollendung derselben durch eine Bewässerung vom Nilstrome wieder auflösen lassen. Andere behaupten, man habe Dämme (Rampen) aus ungebrannten Ziegeln hergestellt und diese nach

1) Diodorus aus Agyrium in Sicilien gebürtig, unter Julius Cäsar und Augustus ein berühmter Geschichtsschreiber. Er sammelte den Stoff zu seiner reichhaltigen historischen Bibliothek (die aus 40 Bänden bestanden haben soll) auf seinen Reisen durch einen grossen Theil von Europa, Asien und Aegypten und durch fleissiges Lesen früherer griechischer und lateinischer Schriftsteller.

2) Plinius Secundus, mit dem Beinamen der Aeltere, wurde im Jahre 23 nach Christi Geburt zu Como oder Verona geboren und gilt noch heute als einer der gelehrtesten Römer seiner Zeit. Von den Schriften dieses rastlos thätigen Mannes ist nur die „Historia naturalis" in 37 Büchern erhalten. Bei dem entsetzlichen Ausbruche des Vesuvs unter Titus am 24. August 79 nach Christo, fand Plinius (als Befehlshaber einer Flottenabtheilung zu Misenum) bei Castellamare seinen Tod, durch Schwefeldämpfe erstickt im Eifer seiner Beobachtungen und Aufzeichnungen.

3) Nachstehende Notizen über die ägyptischen Pyramiden werden für manche Leser nicht unwillkommen sein.

Der Zweck der Pyramiden war lediglich der von Grabmälern für ägyptische Könige. Es ist jetzt vollständig (durch Lepsius, James u. A.) erwiesen, dass ihre Dimensionen nicht zur Einheit der ägyptischen Maasse dienten, die Richtungen ihrer Seiten nach den wahren Himmelsgegenden und die ihrer Eingangsschachte nach dem Polarsterne, nicht astronomische Orientirungen etc. zum Zweck hatten u. dgl. m. Die Zahl der noch (als Ueberreste mehr oder weniger) vorhandenen Pyramiden wurde im Anfange dieses Jahrhunderts zu 40, nachher

Vollendung des Werkes zum Häuserbaue benutzt. Ein deutscher Gelehrter, L. F. Meister, legte 1774 der Göttinger Societät der Wissenschaften eine

durch Lepsius zu 70 angegeben, während Wackerbarth neuerdings (1870) behauptet, dass mehrere hundert existirt hätten. Das Material, woraus man die

Fig. 1.

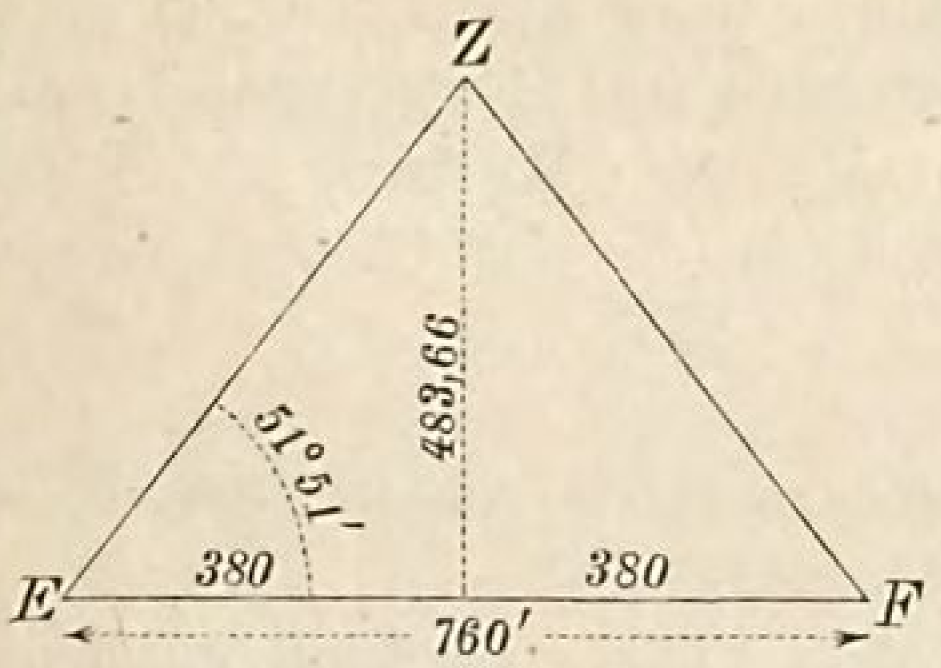


Fig. 2.

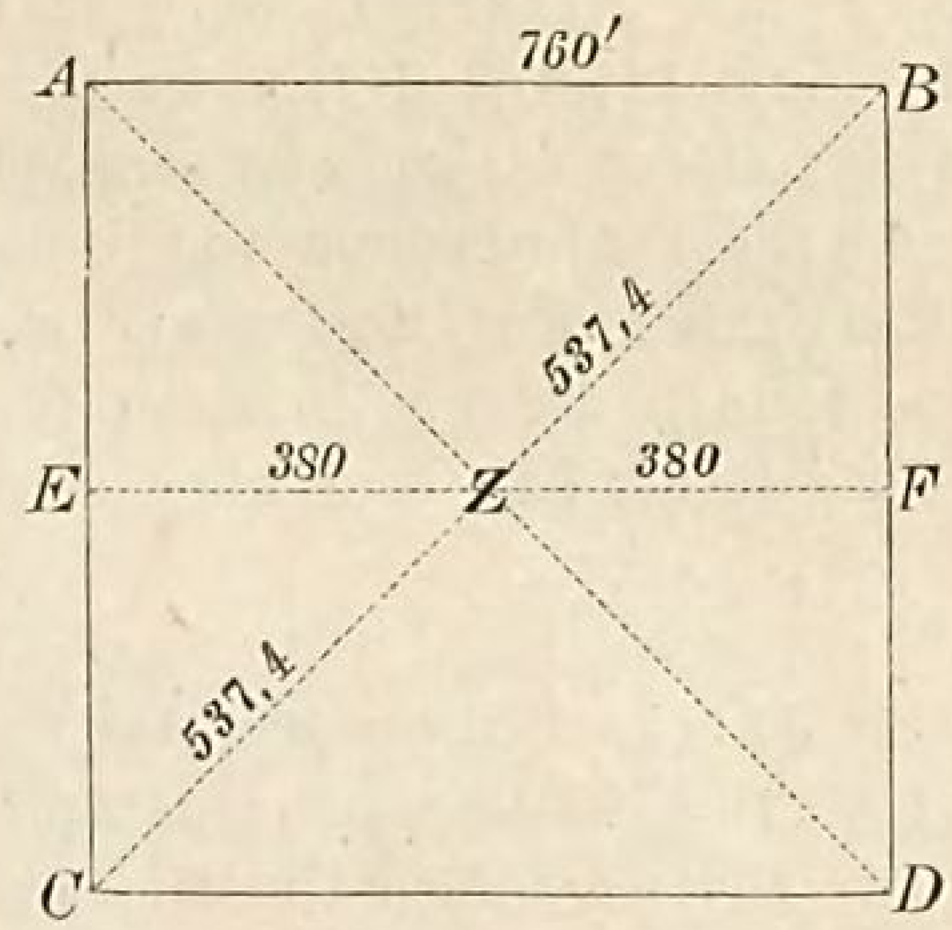
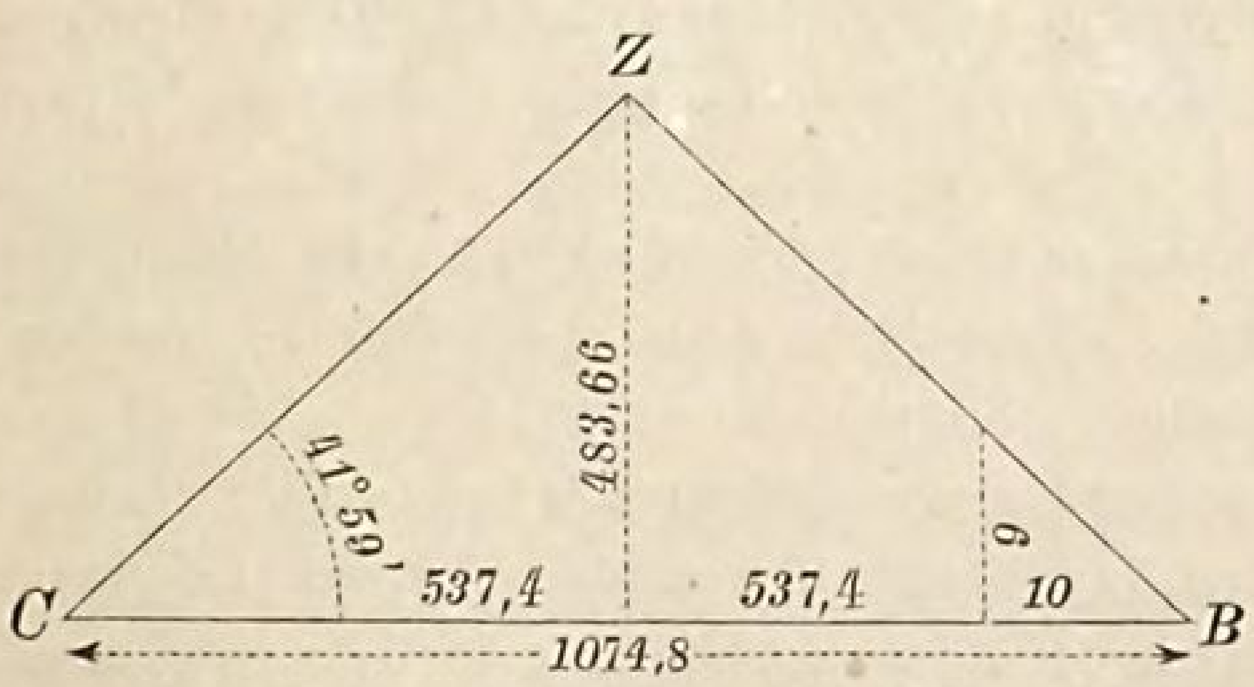


Fig. 3.



Pyramiden erbaut hatte, waren entweder natürliche Steine oder gebrannte Thonziegel. Eine der vorzüglichsten Steinpyramiden ist die des ägyptischen Königs Cheops, oder die grosse Pyramide von Gizeh, in der Nähe des alten Memphis (fast vor den Thoren Cairos am linken Nilufer). Die ursprünglichen Maasse dieser Pyramide sind neuerdings vom Director der englischen Maasscommission, dem Obersten Sir Henry James ermittelt worden und zwar so, wie nebenskizzirte Figuren 1 bis mit 3 erkennen lassen, wozu wohl kaum die Bemerkung erforderlich sein dürfte, dass Figur 3 den Verticaldurchschnitt nach der diagonalen Richtung *CB* der Grundrissfigur *b* darstellt. Die eingeschriebenen Maasse sind englische. Das Material, woraus man diese Pyramide baute, bestand im Innern aus Bruchsteinen (die man durch Mörtel verbunden hatte), dann aus gut bearbeiteten inländischen Kalksteinen der sogenannten Kreideformation, worauf endlich die aus Granit oder Syenit mit grösster Sorgfalt bearbeiteten Steine aus entfernteren Gegenden Aegyptens folgten, welche die äusserste Bekleidung bildeten. Letztere ist gegenwärtig fast ganz verschwunden, indem diese Steine als Material zu Bauten der Neuzeit weggeholt wurden. Die Gewichte der zum Baue verwandten Steine werden naturgemäss verschieden vom englischen Obersten Sir James bis zu 90 Tons = 1800 engl. Ctr. = 201 600 Pfd. = 91446 Kilogramm angegeben. Da nun nach Herodot zur äusseren Bekleidung der Pyramiden nur Steine von 30 Fuss Länge verwandt wurden, so würden die Baustücke etwa $6^1/_2$ Fuss Seitenlänge des quadratischen Querschnittes und das Material ein specifisches Gewicht von beinahe $2^1/_2$ gehabt haben, um derartigem Gewichte zu entsprechen.

besondere Abhandlung über die Pyramiden vor, worin die Verwendung irgend welcher Maschinen bei der Herstellung derselben ebenfalls bestimmt bestritten, dagegen der Ansicht beigestimmt wird, dass der Bau mit Hülfe sogenannter Rampen (schiefer Ebenen, Dämme) ausgeführt wurde. Die Sage, dass diese Rampen aus Niter und Salz bestanden hätten, wird von Meister verspottet. Zu den jüngsten (beachtungswerthesten) Zweiflern an der Verwendung von Hebmaschinen beim Baue der Pyramiden gehören noch die Franzosen Letronne und Prisse[1]), worüber in der „Revue Archéologique", Seconde Partie. Paris 1845, p. 642, unter der Ueberschrift: „Sur la mécanique des Anciens Egyptiens" nachzulesen sein würde.

Für die Anwendung von Hebmaschinen beim Pyramidenbaue sprechen die Nachrichten des ältesten und zuverlässigsten Geschichtsschreibers, die des Herodotus[2]), der im 2. Buche (des unten citirten Werkes), §. 125 Folgendes berichtet: „Man baut aber diese Pyramide (die des Cheops) vermittelst

Sir James Urtheile hierüber finden sich in einem Aufsatze des englischen Journals „The Builder" vom 16. April 1870, S. 303.

Die anderen beiden Quellen, woraus obige Notizen geschöpft wurden, sind folgende zwei.

Erstens: Notes on the Great Pyramid of Egypt and the Cubits used in its design by Colonel Sir Henry James, Director-General of the Ordnance Survey. Southampton 1869.

Zweitens: „On the Great Pyramid of Gizeh" by Wakerbarth, Professor of Mathem. in the University of Upsala. Translated from the „Tidskrift for Mathematik och Fysik" 1870, by the Author. Southampton 1871.

1) Ueber die Ansichten noch anderer Gegner berichtet Hirt in seiner interessanten, lehrreichen Schrift: „Von den ägyptischen Pyramiden überhaupt und von ihrem Baue insbesondere". Vorgelesen in der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 12. April 1810. Hier wird auch eines gewissen Pownall gedacht, welcher die Steine von Stufe zu Stufe aufwärts vermittelst untergeschobener Keile fördert. Diese Verfahrungsart (zwar möglich) würde höchst langsam und ganz den Angaben Herodot's entgegen gewesen sein.

2) Herodotus, der vorzüglichste, älteste uns bekannt gewordene griechische Geschichtsschreiber, wurde im 4. Jahre der 73. Olympiade (484 vor Christo) zu Halikarnass in Karien geboren. Sein Geschichtswerk, aus 9 Büchern bestehend (die man mit den Namen der 9 Musen bezeichnete), ist eins der kostbarsten Denkmäler, die aus der Vorzeit auf uns gekommen sind. Vor Abfassung des Werkes machte er lange Reisen durch Aegypten, Griechenland, Assyrien, Persien etc., wo er beim Sammeln des Materiales ebenso viel Mühe aufwandte wie Gewissenhaftigkeit beobachtete. Sobald er etwas erzählt, dessen Echtheit und Glaubwürdigkeit ihm verdächtig ist, setzt er aufrichtig seinen Zweifel hinzu. Die älteste Ausgabe des Originales (in griechischer Sprache) ist die Aldinische, welche 1502 in Venedig erschien; als eine der besten Ausgaben wird die von Wesseling, Amsterdam 1763, bezeichnet. Die vollständigste Ausgabe lieferte J. Schweighäuser, Strassburg 1816. Zu den besseren Ausgaben in deutscher Sprache gehört die 1811 und 1812 in 2 Bänden in Berlin erschienene von Friedrich Lange. Die vorzüglichste Ausgabe der Neuzeit (wegen der vortrefflichen mit

einer Art Stufen, wie eine Treppe mit Tritten oder Absätzen. Nachdem sie den ersten Absatz gemacht hatten, hoben sie die anderen Steine durch Maschinen (Gerüste, Rüstzeuge) mit kurzen hölzernen Armen, indem sie dieselben zunächst vom Boden (von der Erde) auf die erste Stufenreihe (Stufenabsätze) hoben. Nachdem der Stein da hinaufgebracht war, übernahm ihn eine andere Maschine, welche auf der ersten Stufenreihe stand, durch welche er wieder zur zweiten Stufenreihe emporgezogen wurde. Denn so viel Stufenreihen (Absätze) es gab, ebenso viel gab es Maschinen; oder sie brachten dieselbe Maschine, da sie einfach und leicht zu versetzen war, auf jede andere Stufenreihe, so oft man den Stein wieder heben wollte [1]). Ich gebe hier die beiden Arten an, so wie mir die Sache erzählt worden ist [2]). Es wurde nun

Abbildungen begleiteten Anmerkungen) ist die des Engländers Rawlinson, welche 1858 in London (in 4 Bänden) unter dem Titel erschien: „The History of Herodotus" by George Rawlinson, M. A. Late Fellow and Tutor of Exeter College, Oxford. Assisted by Col. Sir H. Rawlinson and Sir J. G. Wilkinson, F. R. S.

1) Hirt (in seinen ägyptischen Pyramiden, S. 23 und 25) hebt besonders hervor, dass Herodot nicht die 203 (früher 216) Stufen gemeint haben kann, welche man noch heute an der grossen Pyramide wahrnimmt und vermöge welcher die Reisenden bis auf ihren Gipfel steigen, sondern es sind der Baufolge entsprechende höhere Absätze gewesen, die jedoch zur Zeit Herodot's nicht mehr sichtbar, sondern nach seinem ausdrücklichen Berichte mit genau gefügten Quadern überlegt (also verdeckt) waren. Hirt nimmt die Höhe der Bauabsätze zu 25 Fuss (bei 11 Fuss Breite) an und rechnet dann 17 solcher Absätze, weil er die Höhe der Cheops-Pyramide nur 421 Fuss schätzt. Nach den neuesten bereits vorher angegebenen Bestimmungen von $483^2/_3$ Fuss (ursprünglicher) Höhe, würden etwa 19 solcher Absätze vorhanden gewesen sein.

2) Ueber die Vorarbeiten zum Baue der grossen Pyramide erzählt Herodot in demselben Buche II, §. 124 seines Geschichtswerkes Folgendes:

„Alle Aegypter mussten ihm (dem König Cheops) Frohndienste leisten. Und einige hatte er angestellt, dass sie aus den Steinbrüchen in dem arabischen Gebirge Steine zögen bis an den Neilos, und wenn diese Steine auf Fahrzeugen über den Fluss gesetzt waren, so stellte er andere an, die sie ziehen mussten von da bis an das lybische Gebirge. Und es arbeiteten je zehn Mal zehntausend (also 100000) Mann drei Monden hindurch. Und dauerte, da das Volk also bedrückt war, zehn Jahre, dass sie baueten den Weg, darauf sie die Steine zogen, ein nicht geringeres Stück Arbeit, meines Bedünkens, als die Pyramide selbst, denn seine Länge beträgt 5 Stadien (3000 Fuss), seine Breite zehn Klafter und seine Höhe, da wo er am höchsten ist, acht Klafter, und ist von geglättetem Stein und Bilder darein gegraben. Also darüber vergingen zehn Jahre und über den Hügel, darauf die Pyramiden stehen, und über den unterirdischen Zimmern, die er sich bauete zu seinem Begräbniss auf einer Insel, denn er leitete einen Graben des Neilos hinein. Aber zwanzig Jahre wurde gearbeitet an der Pyramide selbst, deren jegliche Seite ist acht Plethra breit und ist vierseitig, und die Höhe ebenso viel, und ist von geglättetem Stein, sehr gut in einander gefügt und kein Stein ist kleiner denn dreissig Fuss".

aber der oberste Theil der Pyramide zuerst vollendet, dann vollendeten sie den untersten Theil derselben, welcher der Erde zunächst ist" [1]).

Von deutschen Schriftstellern, welche sich bemühten, Diodor u. A. zu widersprechen und die Angaben Herodot's richtig auszulegen, verdient besonders Hirt (siehe dessen bereits citirte Abhandlung) genannt zu werden. Derselbe bemerkt u. A. (S. 22 und 23) Folgendes:

„Aeusserlich Rampen (schiefe Ebenen) anzulegen, waren Bequemlichkeitsmittel, welche man theilweise für die Gemächlichkeit (beim Aufsteigen) der Arbeitenden, theils zum Transporte, zum Emporführen von Gegenständen verhältnissmässig geringen Gewichts (durch Menschen oder Thiere) benutzte. Aber daraus folgt noch nicht, dass man beim Aufbaue zum Emporheben der oft sehr schweren, behauenen Steine [2]), diesen unbequemen, langsamen Weg gewählt habe, indem durch ganz einfache Aufziehmaschinen der Bau viel leichter und an mehreren Stellen zugleich gefördert werden konnte. Ein Volk, welches die Räder für den Wagen erfand, dem man überhaupt tiefe und

Zur Ergänzung einiger der vorstehenden Mittheilungen diene Folgendes: Diodor (I, 63) schätzt den Bau gleichfalls auf 20 Jahre mit 360000 Menschen. Plinius (XXXVI, 17, 3) nimmt dieselbe Zahl Jahre an, vermehrt aber die Arbeiter noch um 6000, d. h. giebt 366000 derselben an. Herodot berichtet auch noch (II, 125), dass an der (grossen) Pyramide mit ägyptischen Buchstaben angegeben sei, was die Arbeiter an Rettigen, Zwiebeln und Knoblauch verzehrten, indem dafür nicht weniger als 1600 Silber Talente bezahlt wurden. Rechnet man das Talent zu $1281^1/_4$ Thaler, so beträgt diese Ausgabe mehr als zwei Millionen Thaler.

1) Herodot's Bemerkung, dass man den obersten (höchsten) Theil der Pyramide zuerst vollendet habe, hat zu verschiedenen Missverständnissen über die ganze Bauweise geführt, obwohl es naturgemäss (wie bei allen grösseren Bauten heute noch) ist, dass man mit der Vollendung (dem Putz etc.) von oben beginnt und dabei entsprechend von oben nach unten abrüstet etc.

Lepsius (in seiner Abhandlnng „Ueber den Bau der Pyramiden", S. 193 und ferner in den Verhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften von 1843) nimmt an, dass man nicht nur die letzte Bekleidung, sondern auch die Stufenmäntel von oben umzulegen anfing. Auch die grosse Pyramide von Gizeh (Giseh) nimmt Lepsius durch allmälige Umlegung von Stufenmänteln zu ihrer gewaltigen Höhe entstanden an. Zuerst habe man eine mässige Pyramide bis zur Spitze in Stufen vollendet, um diesen Kern aber Stufenmäntel gelegt, welche die Pyramide gleichmässig von oben nach unten vergrösserten. Der betreffende König soll dann in den ersten Jahren eine mässige Pyramide vollendet, nachher aber einen Mantel nach dem anderen umgelegt haben, so dass er bei etwa früh erfolgendem Tode kein (völlig) unvollendetes Werk hinterlassen musste etc.

2) Es wird behauptet, dass manche Steine ein Gewicht von 90 Tons (1800 Centner) gehabt hätten.

ausgebreitete Kenntnisse und Kunsterfahrungen zuschreiben muss — kannte gewiss auch die Rolle und die Winde; und wer diese kennt, bedarf bei seinem Bauen der schiefen Ebene nicht, um Steine von einem gewissen Gewichte in die Höhe zu bringen. Es klingt daher sonderbar, von einem Diodor zu hören, die Maschinen wären beim Pyramidenbaue noch nicht erfunden gewesen etc.!

Eine fast gleiche Abfertigung erfährt Diodor von Wilkinson in Rawlinson's vorher citirtem vortrefflichen Werke „The History of Herodotus", Vol. II. p. 203, Note 4. Wir verzeichnen die betreffende Stelle unten [1]) und erinnern noch, zur weiteren Bestätigung der Verwendung von Hebmaschinen, an das, was der Verfasser im 5. Bande über Rollen [2]) (Blöcke) bei den alten ägyptischen Seeschiffen berichtet. Letzteres verdient durch die betreffenden Ansichten Dr. Graser's ergänzt zu werden, welche derselbe unter der Rubrik, „das Seewesen der alten Aegypter", in den „Resultaten der Archäologischen Photographischen Expedition" des Dr. Dümichen macht.

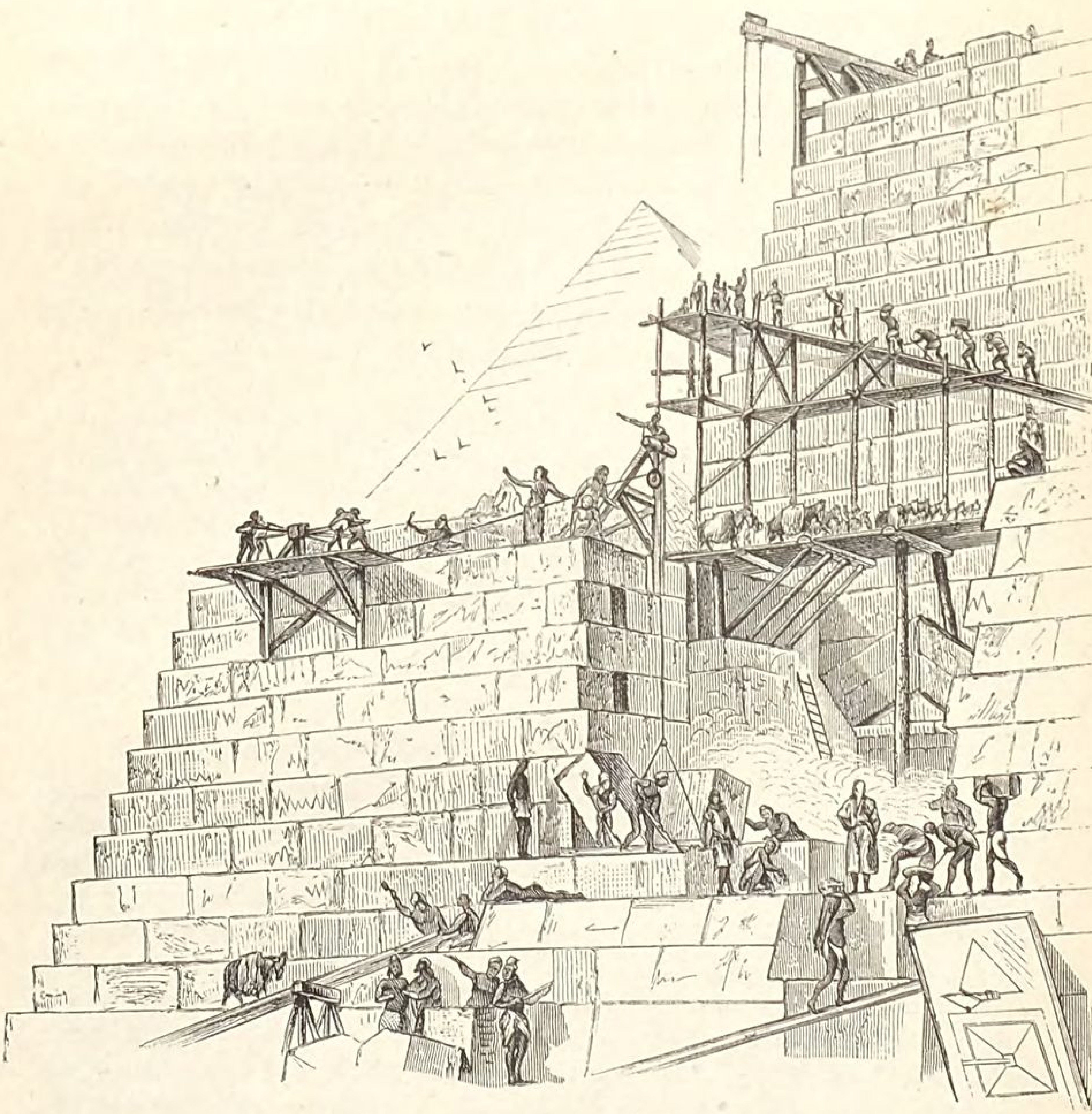
Es heisst hier (S. 7) also: „Während manche Gelehrte bisher noch zweifelten, ob die Aegypter schon, wie später die Griechen diese Blöcke (Flaschenzugkloben) gehabt hätten (ein Ausrüstungsstück, dessen Fehlen bei so vollkommenen Schiffen, wie den ägyptischen, kein Sachverständiger für möglich halten konnte), finden wir solch einen Block bei Dümichen (aus der Zeit der fünften Dynastie, d. i. aus der zweiten Hälfte des 3. Jahrtausends vor Christo) abgebildet und zwar genau in derselben Form, wie er in manchen Stellen der Takelage noch heute im Gebrauche ist".

1) Wilkinson bemerkt Folgendes: „The notion of Diodorus that machines were not yet invented is sufficiently disproved by common sense and by the assertion of Herodotus. It is certainly singular that the Egyptians, who have left behind them so many records of their customs, should have omitted every explanation of their mode of raising the enormous blocks they used. Some have imagined inclined planes, without recollecting what their extent would be when of such a height and length of base; and though the inclined plane may have been employed for some purposes, as it was in sieges by the Assyrians and others as a „bank" (2. Könige XIX, 32 und 2. Sam. XX. 15), for running up the moveable towers against a perpendicular wall, it would be difficult to adapt it to the sloping faces of a pyramid, or to introduce it into the interior of a large temple".

2) Layard in seinem Werke „Nineveh and its Remains", Vol. II, p. 31, liefert die aufgefundene Abbildung einer einfachen festen Rolle, welche man beim Baue von Sardanapal's Palast, circa 930 Jahr vor unserer Zeitrechnung, benutzt haben soll.

Mit Herodot und den sämmtlichen letztgenannten Schriftstellern übereinstimmend, ist die Darstellung des Pyramidenbaues auf dem grossen, prächtigen und in jeder Beziehung vortrefflichen Oelgemälde des Professors Gustav Richter in Berlin, dessen oberen Theilen (und zwar nach einer treuen Photographie) die hier folgende Abbildung (Figur 4) entnommen ist.

Fig. 4.



Der Künstler hat die besondere Bauart (nach Herodot) in eigenthümlichen (etwa 30 Fuss hohen) Absätzen oder Hochstufen und die nach der Ummantelung jetzt noch äusserlich sichtbaren niedrigen, etwa 3 Fuss hohen Stufen, recht augen-

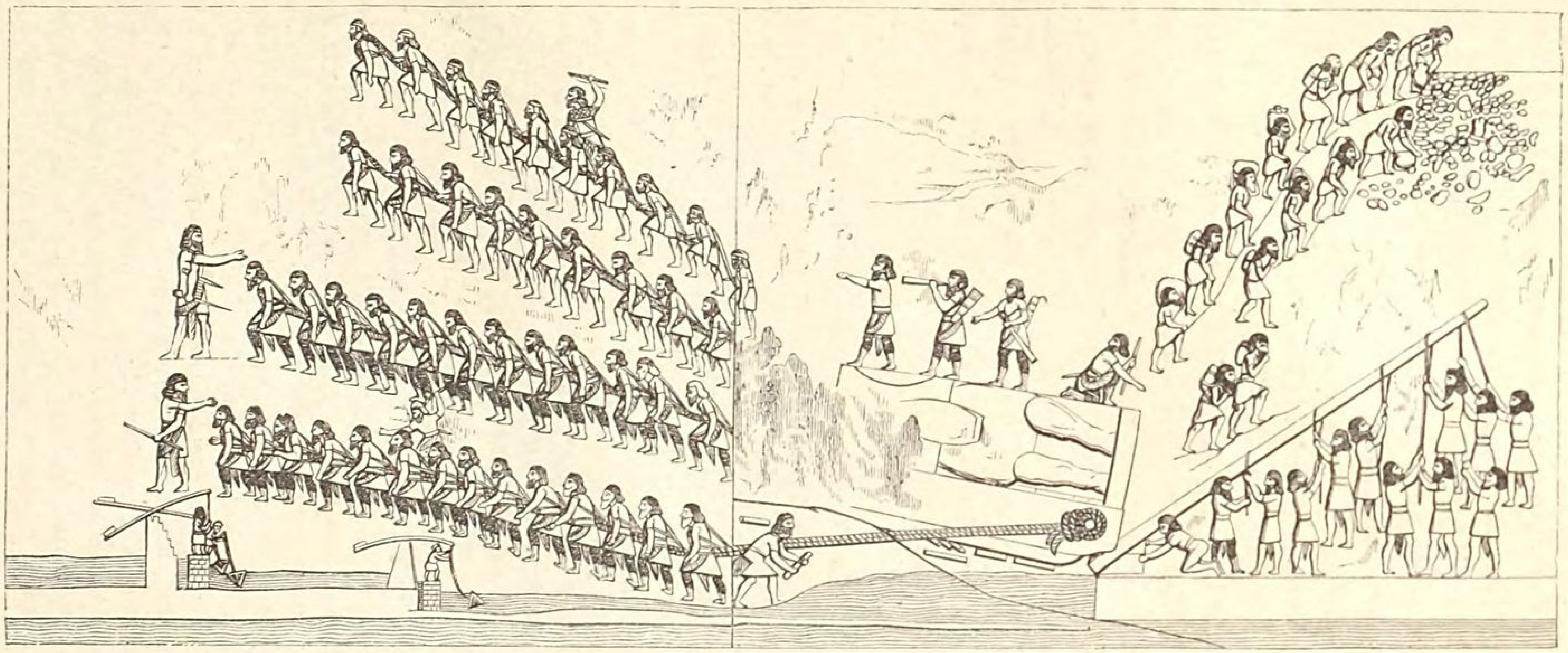
fällig dargestellt, auch dem Systeme der Rampen (schiefen Ebenen) zum Verkehre der Menschen und Lastthiere in den verschiedenen Etagen Rechnung getragen, zum Heben der behauenen (theilweis geglätteten, sorgsam geschliffenen und polirten)[1]) Bausteine aber geeignete Maschinen gezeichnet, die wir als Rollenzug, Erdwinde und Krahn zu erkennen vermögen.

Um den Vertheidigern der schiefen Ebenen (Rampen) und Verwendung der einfachsten Hebel als Hebebäume beim Fördern von Lasten auf geringe Höhen ein Beispiel zu citiren, wo diese Transportweise (seiner Zeit) in der That einen gewissen Anspruch auf rationelle Anwendung hatte, entlehnen wir dem Layard'schen Werke „Niniveh und Babylon“ (übersetzt von Zenker) die folgende Abbildung (Figur 5), welche das Hinaufbringen, theilweise Erheben eines grossen Stierbildes für den Palast von Kujundschik (Niniveh) an der Ostseite des Tigris, Mosul gegenüber, darstellt. Die Zeichnung ist einem von Layard an Ort und Stelle aufgegefundenen Basrelif entnommen.

Da diese Figuren 40 bis 50 Tons (800 bis 1000 Centner) wogen und volle zwanzig Fuss (englisch) ins Gevierte maassen, so war das Hinaufbringen auf die Plattformen, worauf die Paläste standen (für die damalige Zeit), keine leichte Arbeit. Man erkennt zuerst, dass das kolossale Stierbild auf eine Schleife gelegt ist, deren Gestalt mit der des Flussbootes Aehnlichkeit hat, in welchem der rohe Block aus dem Steinbruche herbeigeschafft wurde. Die Schleife wird an Tauen gezogen, durch Hebebäume gehoben und vorwärts geschoben. Die einzelnen Ziehgurte der betreffenden Arbeiter sind an diesen Tauen so befestigt, wie das heute noch in ähnlichen Fällen zu geschehen pflegt. Um den nöthigen Drehpunkt der grossen hölzernen Hebebäume (Hebel) zu erhalten, benutzte man Keile von verschiedener Grösse, wie u. A. zwei derselben und deren Handhabung in Fig. 5 zu erkennen sind. Beiläufig gesagt, wird in

1) Nach Lepsius' Ermittelungen (a. a. O., S. 186) war man bei dem Aneinanderfügen der mächtigen Blöcke so sorgsam, dass man überdies den oberen gewöhnlich noch besonders in den unteren einliess, indem man an Ort und Stelle während des Aufsetzens, so viel von dem unteren Blocke, oft nur wenige Linien dick, wegnahm, bis der obere durchaus fest und scharf aufsass. Im Innern der Pyramide sind die Fugen zwischen Blöcken von 5 bis 6 Fuss Länge und entsprechender Höhe und Tiefe so fein, dass sie buchstäblich in ihrer ganzen Länge kein Haar zwischen sich aufgenommen hätten, und jetzt noch durch die Berührung allein, ohne Mörtel, so völlig zu einer Masse verwachsen sind, dass Stücke, die Lepsius an Ort und Stelle in der Fuge abschlug, aus Theilen von beiden Blöcken bestanden, ohne sich in der Fuge zu spalten. Die Bekleidungsblöcke waren daher nicht auf einander geschoben, sondern auf einander gelegt und aufgepasst.

Fig. 5.



unserer Quelle noch hervorgehoben, dass bei geebnetem, festem Boden auch Walzen unter die Schlittenkufen gebracht wurden, um den Zugwiderstand möglichst zu vermindern.

Auf unserer Abbildung bemerkt man auf dem Stiere vier Beamte, von denen der erste, wie es scheint, mit den Händen klatscht, um die Bewegungen der ziehenden Gefangenen zu regeln (die übrigens noch durch an der Spitze jeden Zuges gehende Zuchtmeister zur Arbeit angetrieben werden), während der zweite in eine Trompete bläst, um geeignete Zeichen zu geben, der dritte Beamte scheint denen Anweisung zu geben, welche die Unterlagen (Walzen?) unter den Schlittenkufen zu ordnen haben. Der vierte Beamte endlich (der am hinteren Rande der Figur knieet), ertheilt denen, welche an den Hebebäumen arbeiteten und die Keile als Drehpunktsstellen der Hebel reguliren etc., geeignete Befehle.

Der rechts liegende obere Theil unseres Bildes soll die Herstellung von Erdwerken darstellen. Die aufwärts steigenden Arbeiter tragen grosse Steine und durch Stricke auf dem Rücken festgehaltene Körbe, die mit Ziegeln, Erde und Schutt gefüllt sind. Oben angelangt, entledigen sie sich ihrer Bürde und gehen wieder in derselben Ordnung herunter, wie sie heraufkamen, um eine neue Ladung aufzunehmen etc.

Am unteren Theile von Fig. 5 (genau der Layard'schen Basrelief-Abbildung entnommen) ist entweder ein Fluss dargestellt, der sich in zwei Arme theilt und eine Insel bildet, wie der Tigris (bei Mosul), Kujundschik gegenüber, oder der Zusammenfluss dieses Stromes mit dem Flusse Khausser, der damals wahrscheinlich gerade am Fusse dieses Hügels stattfand. An gemauerten Uferstellen sieht man Leute Wasser schöpfen und zwar mit Hülfe einer sehr einfachen Vorrichtung, die im Orient, ebenso wie im südlichen Europa, noch jetzt zur Bewässerung allgemein üblich ist und in Aegypten „Schaduf" genannt wird. Diese Maschine besteht aus einem hebelartigen Baume, der auf einer gemauerten Unterlage im Gleichgewicht gehalten wird und sich um einen Zapfen dreht; an dem einen Ende desselben ist ein Stein, an dem anderen ein Wassereimer befestigt, welcher, nachdem er in das Wasser hinabgelassen und gefüllt ist, mit Hülfe des Gegengewichts leicht empor gehoben werden kann und dann in eine Rinne ausgegossen wird, die mit den verschiedenen durch die Felder laufenden Wassergräben in Verbindung steht.

Dass die Griechen Hebel, Rollenzüge, Winden etc. zum Fördern (Heben) fester Körper verwandten und derartige Maschinen zweifellos zum Emporbringen der gewaltigen und bearbeiteten Steine ihrer Prachtbauten benutzten [1]), erhellt wieder aus der Verwendung mehrerer dieser Maschinen bei ihren Schiffen, wie aus Bd. 5, 2. Aufl. dieses Werkes hervorgeht (Anordnung der Steuerruder damaliger Schiffe), mehr aber noch aus den Beschreibungen, welche Vitruv [2]) von verschiedenen Hebmaschinen für Bauzwecke

1) Von den Berichten mancher älteren Schriftsteller darf man sich nicht irre machen lassen. So erzählt z. B. Plinius (XXXVI, 21) von dem bereits oben citirten Dianentempel zu Ephesus, dass jede der 127 jonischen Säulen dieses Tempels 60 Fuss Höhe und dieser Höhe gemäss so gewaltige Gebälke gehabt habe, dass es staunenswerth sei, wie man solche Gewichte habe heben können. Der Baumeister (Chersiphron) habe dies dadurch erreicht, „dass er bis über die Capitäle der Säulen sich gemach erhebende Berge von lauter mit Sand gefüllten Körben aufführen liess, und die unteren nach und nach ausleerte, bis sich das Stück allmälig in sein Lager senkte". Wie er das schwere Gebälke erst auf die grösste Höhe schaffte, verschweigt Plinius! Gewiss nicht ohne Seilzüge, Winden etc. etc.

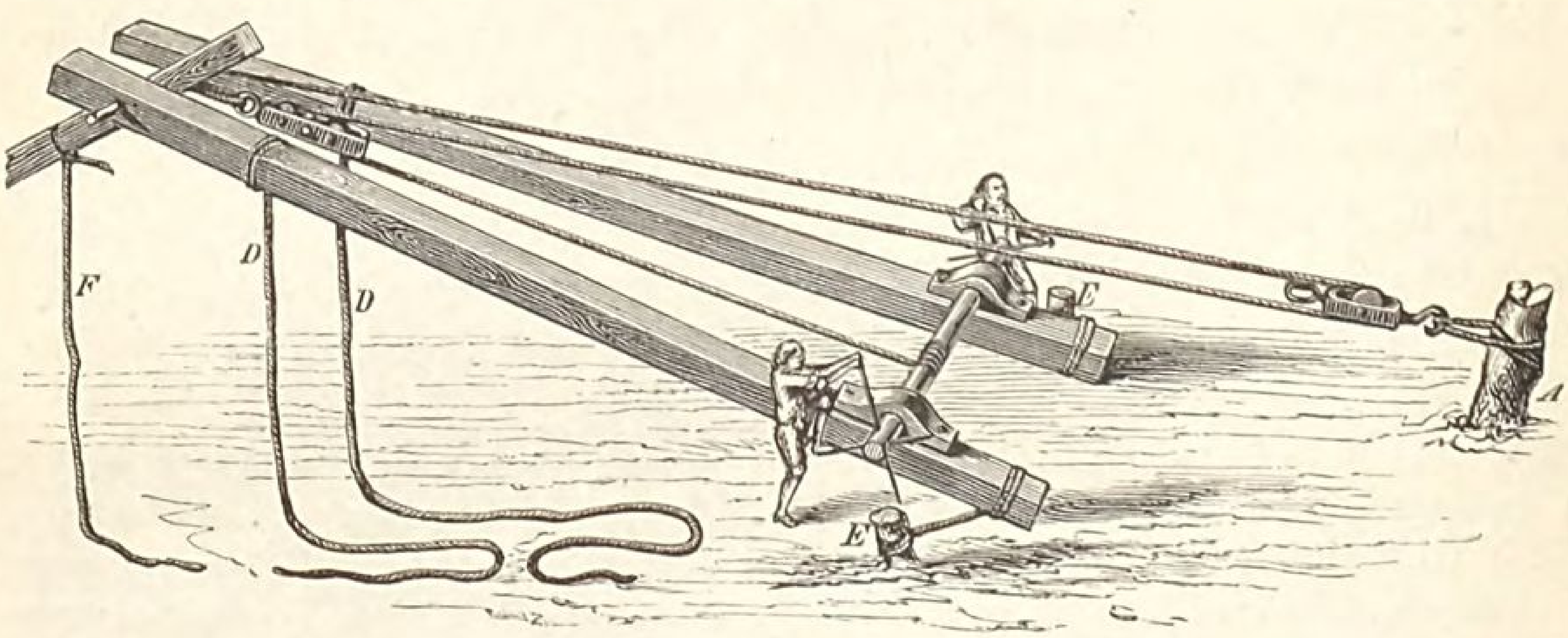
2) Marcus Vitruvius Pollio, aus Verona, lebte um die Zeit von Christi Geburt, that anfänglich unter Cäsar Kriegsdienste und erhielt von Augustus die Aufsicht über die Kriegsmaschinen und öffentlichen Gebäude. Rom wurde durch die von ihm entworfenen Baue sehr verschönert. Sein Werk „Von der Baukunst" besteht aus zehn Büchern, und ist, leider ohne die dazu gehörigen

liefert, die gewiss alle mehr oder weniger (ägyptisch-) griechischen Ursprunges sind. Was aber endlich an der Gewissheit dieser Behauptung noch fehlen sollte, wird dadurch vervollständigt, dass die Römer ihr schweres Geschütz (ebenfalls vollständige Maschinen), nämlich die Spitz- oder Pfeilgeschütze (Katapulten) und die Wurfgeschütze (Ballisten), die nachher speciell besprochen werden sollen, von den Griechen entlehnten, sowie dass die Erfindung dieser schweren Geschütze wahrscheinlich 400 vor Christi gemacht wurde und zwar in Sicilien bei Gelegenheit der bedeutenden Zurüstungen des Dionysios von Syrakus zu einem Kriege gegen die Karthager.

Im 2. und 3. Capitel des 10. Buches beschreibt Vitruv ein Hebzeug, was Perrault in der von ihm besorgten Ausgabe „der Architectur des Vitruv" so darstellt, wie dies Fig. 6 erkennen lässt. Die Beschreibung lautet in völlig freier Uebersetzung wie folgt:

„Zur Anordnung und zum Aufrichten von Hebzeugen, wie sie beim Baue der Tempel und anderer öffentlicher Gebäude unumgänglich nothwendig sind,

Fig. 6.

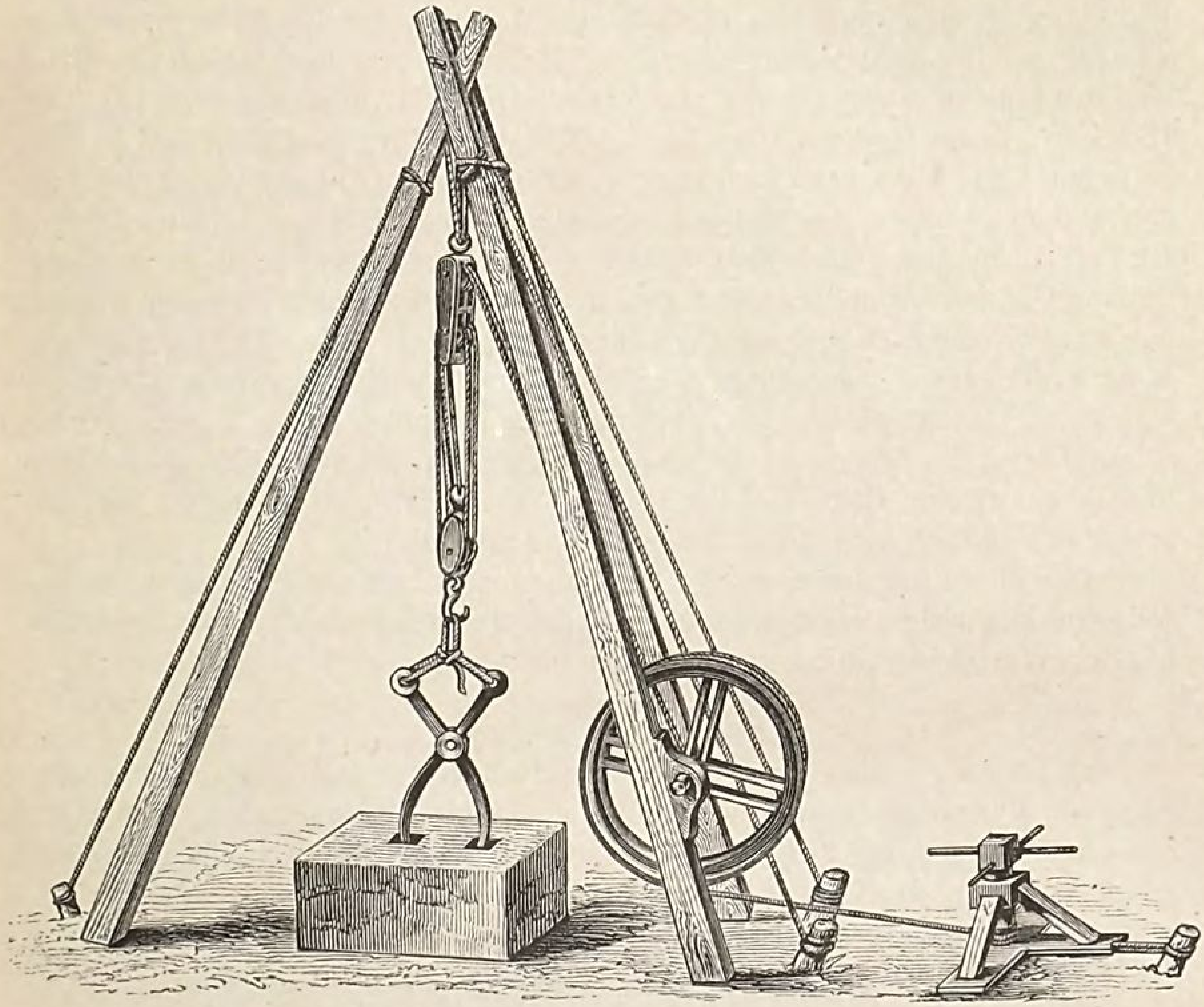


heftet man drei Rüstbäume oben mit einem Bolzen so zusammen, dass man sie unten aus einander stellen kann, nachdem man zugleich am oberen Ende dieser Bäume Seile *D D* und *F* derartig befestigt hat, dass diese zum Halten

Zeichnungen, vollständig erhalten worden. Das zehnte Buch ist speciell den Maschinen gewidmet. Eine der ältesten Ausgaben dürfte die 1521 in Como erschienene sein, welche bereits in Bd. 2, S. 16 benutzt wurde. Hier wurde die 1784 in Paris erschienene vom Dr. Perrault besorgte Ausgabe benutzt, sowie die des Baumeisters Rode, Leipzig 1796. Die Ausgabe in Imperialformat, welche Marinino 1836 in Rom unter dem Titel veröffentlichte „Vitruvii de Architectura", steht hinsichtlich der Abbildungen weit hinter Perrault.

und Spannen dienen können, wenn man die Bäume zu einer Art Dreifuss so erhoben hat, wie dies die nachfolgende Figur 7 ohne Weiteres erkennen lässt. Oben wird an der Verbindung ein Kloben (auch Flasche genannt) angebunden, in welchem sich zwei um Achsen bewegliche Rollen befinden. Ueber diese Rollen legt man ein Zugseil, dessen eines Ende am Bolzen befestigt ist, welcher oben die Rüstbäume zusammenhält, führt dieses Seil über die Rolle einer losen (bei *A* Fig. 6 befestigten) Flasche und verbindet das andere Seilende mit der Welle eines Kreuzhaspels, an dessen vier Arme oder Windehebel Arbeiter angreifen und die Umdrehung der gedachten Welle bewirken. Geschieht aber letzteres,

Fig. 7.



so wird sich die ganze Zusammenstellung (Dreifuss, Flaschenzug und Haspel) gleichsam von selbst aufrichten, sobald man bei *A* und *EE* (Fig. 6) derartig feste Punkte (schräg gerammte Pfähle) so gewählt hat, wie es die Abbildung erkennen lässt. Nach vollendeter Aufrichtung nehmen (wie schon erwähnt) die drei Rüstbäume die Lage von Fig. 7 an und der Haken der losen Flasche (bei *A*) dient zur Befestigung oder zum Anhängen der zu hebenden Baumaterialien.

Im vierten Capitel desselben Buches bespricht Vitruv noch ein anderes für sehr gewichtige Lasten bestimmtes Hebzeug, dessen Abbildung in der citirten Perrault'schen Ausgabe so versucht ist, wie aus Fig. 7 erhellt.

Hier enthalten die Kloben (Flaschen) sowohl oben als unten mehrere Rollen und zwar die (obere) feste Flasche, solche sowohl neben als über ein-

ander. Die freien Seilenden gehen von den Rollen der oberen Flasche über die Achse eines Wellrades, während vom Umfange des letzteren ein anderes Seil zur stehenden Welle einer sogenannten Erdwinde geführt ist. An den vier horizontal gerichteten Hebelarmen oder Ziehbäumen (Schwengeln), welche durch den Wellkopf der Erdwinde gesteckt sind, fassen die beim Fördern mit umlaufenden Arbeiter an etc. Der an der losen Flasche aufgehangene Baustein wird mittelst einer sogenannten Scheerklaue gefasst und gehalten. Man erkennt sofort, dass mittelst dieser Combination von Flaschenzug mit Radhaspel und Erdwinde schon Lasten von sehr bedeutendem Gewichte gehoben werden konnten.

Welche enorme bearbeitete Steinmassen die Römer bei ihren späteren Bauten zu heben verstanden, erhellt unter Anderem aus den Ueberresten der Tempel zu Baalbeck[1]) oder des alten Heliopolis (die Sonnenstadt). Wilkinson[2]) giebt daselbst Steine von 60 Fuss Länge, 12 Fuss Breite und 9 Fuss Dicke an, deren Gewicht also über 7200 engl. Centner oder über 360 Tons[3]) betragen. Fiedler hat (nach seinem vorher citirten Aufsatze) noch 1870 in den Steinschichten der Baalbecker Tempelruinen Baustücke von 31 Fuss Länge, 13 Fuss Höhe und von 9 Fuss 7 Zoll Dicke gefunden, welche alle aus einem Steinbruche im Süden der Stadt stammen, etwa 20 Minuten von den Ruinen entfernt, wo man noch heute einen auf drei Seiten schon vollständig bearbeiteten Block sieht, der die genannten noch an Länge übertrifft und dessen Gewicht auf über 20000 Ctnr. (?) geschätzt worden sein soll. Wie es möglich war, solche Lasten zu bewegen, aus dem Steinbruch an Ort und Stelle zu bringen und dort auf eine Höhe von 20 Fuss zu heben, ist dem genannten Berichterstatter Fiedler (wie vielen Anderen) ein Räthsel[4]).

Die Einwohner belehren die Reisenden, dass Bauten mit derartigem gewaltigen Materiale (beispielsweise auch der Tempel Salomo's) nur mit Hülfe höherer Wesen ausgeführt worden wären[5]).

1) Neuere Angaben datiren die Tempelbauten von Baalbeck (im Paschalik Akre von Syrien, am Fusse des Antilibanon, 15 bis 16 Stunden von Damaskus) aus den Zeiten des Trajan (98—117 nach Chr.). Man sehe u. A. einen sehr ansprechend unter dem Titel „Ein Besuch im alten Heliopolis" von C. Fiedler geschriebenen Aufsatz in der Dove'schen Wochenschrift „Im neuen Reich". Nr. 29 (1872), Seite 81 und 148.

2) A Popular Account of the Ancient Egyptians, Vol. II, p. 299.

3) Rechnet man das Steingewicht nur doppelt so gross als das des Wassers, so ergiebt sich für das Volumen von $60 \times 12 \times 9 = 6480$ Cubikfuss engl. ein Gewicht von $125 \times 6480 = 810000$ Pfd. $= 7232$ Ctnr. engl. $= 361{,}6$ Tons. Das Gewicht eines engl. Cubikfusses Wasser zu 62,5 Pfd. vorausgesetzt.

4) In der neueren Zeit hat man noch viel gewaltigere Massen auf nicht geringe Höhen zu heben verstanden. Wir erinnern namentlich an die Eisenblechkästen der R. Stephenson'schen Röhrenbrücke für die Eisenbahn über die Menai-Straits, wovon einzelne (Bd. I, S. 3) nicht weniger als 38280 Ctnr. wogen. Wir kommen nachher auf die hierbei benutzten Hebmaschinerien speciell zu sprechen.

5) Von dem prachtvollen Sonnentempel des alten Heliopolis fand Fiedler (a. a. O. S. 91) noch einige der kolossalen Säulen, welche den Umgang dieses

Es dürfte hier die passendste Stelle sein, auf beide Gattungen der noch unten zu erwähnenden Kriegsmaschinen der Alten speciell einzugehen, welche wir mit dem Namen der „schweren Geschütze“ bezeichnen und wovon die Katapulten [1] (Pfeilgeschütze) die Stelle unserer Kanonen vertraten, d. h. horizontal oder unter geringer Elevation schossen, die anderen, die Ballisten [2] (Steingeschütze) zum Werfen schwerer Steine unter verhältnissmässig grosser Elevation (bis 45 Grad) dienten und statt unserer heutigen Mörser benutzt wurden [3].

Eine Katapulte nach der Beschreibung des Ammianus Marcellinus [4], wie sie der sächsische Ingenieur-Officier Weinlig in der unten citirten Hülsse'schen Maschinenencyklopädie darstellt, lässt Figur 8 erkennen [5]. Diese Maschine hat offenbar die grösste Aehnlichkeit mit den Flitzbogen der Kinder und unseren Armbrüsten (Schnäpper oder Rüstungen), wie sie heute noch u. A. bei den Dresdener Bogenschützen gebräuchlich sind und wobei die Enden eines stählernen Bügels durch eine Sehne, gespannte Saite etc. vereinigt sind und durch das fernere Anspannen der Sehne zum Fortschleudern (Schiessen) von Bolzen oder Pfeilen geeignet werden. Ein gehöriges mit Abzug versehenes Schloss hält die Sehne in der stark gespannten Lage.

Bei der Katapulte unserer Abbildung wurde die Schusskraft hauptsächlich durch die elastische Spannung hervorgebracht, in welche man ein hölzernes

Bauwerkes bildeten, die unten einen Durchmesser von $7\frac{1}{4}$ Fuss, oben von $6\frac{1}{2}$ Fuss hatten, bei einer Höhe von 75 Fuss mit Basis und Capitäl; sie trugen noch ein decorirtes Gebälke, welches sich sammt Fries und Gesimse noch etwa 14 Fuss über den Säulen erhob.

1) Von καταπέλτηρ, durch den Stoss wirkend.

2) Von βάλλειν, werfen.

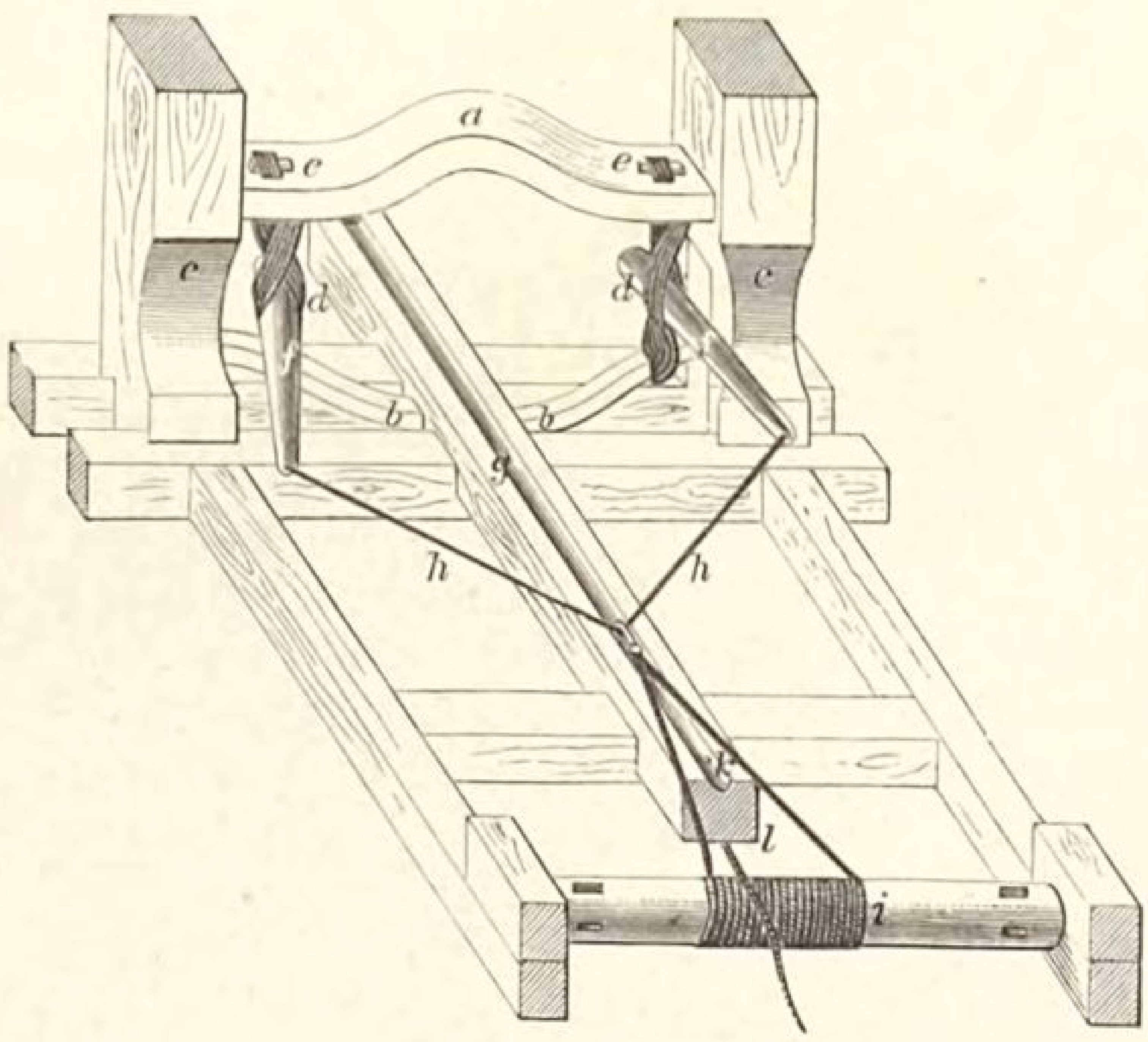
3) Ausführlich berichtet wird über beide Geschütze (unter dem griechischen „Euthytona“ und „Palintona“) in dem vortrefflichen Werke: „Geschichte des griechischen Kriegswesens“. Nach den Quellen bearbeitet von Rüstow und Dr. H. Köchly. Aarau 1852, S. 378—405. Ferner in Hülsse's „Maschinen-Encyklopädie“, Artikel: „Belagerungsmaschinen der Alten“, von E. Weinlig verfasst.

4) Ammianus Marcellinus war ein römischer Geschichtsschreiber, welcher im 4. Jahrhundert nach Christo lebte. Der Werth seiner Geschichte (in 31 Büchern von Nerva bis Valens) liegt namentlich in der Mannigfaltigkeit des Stoffes. Eingestreute Urtheile und Betrachtungen machen seine Bücher lehrreich und unterhaltend. Erste Ausgabe von F. Lindenbrog, Hamburg 1609. Uebersetzt von J. A. Wagner, Frankfurt a. M. 1792—94.

5) Abbildungen (in Holzschnitt) griechischer Horizontalgeschütze (Euthytona) finden sich auch in dem citirten (Hauptwerke) von Rüstow und Dr. Köchly, sowie lithographirt in den Verhandlungen der 24. Versammlung Deutscher Philologen und Schulmänner in Heidelberg, vom 27. bis 30. Septbr. 1865, S. 223 ff.

Wangenpaar *ab* versetzt, deren Enden in ebenfalls hölzerne Säulen *cc* eingelassen waren. Zwischen beide Wangen *ab* spannte man in Sförmigen Windungen Hanfstränge *dd* (bildete sogenannte Wring-, Wrill- oder Torsions-Federn), steckte durch die Mitte der Windungen hölzerne Arme (Katapultenarme) *ff* und verband schliesslich beide Arme durch eine gehörig starke Sehne *h*. Zog man nun letztere durch ein passendes Windewerk (Haspel) *i* gehörig an,

Fig. 8.



so näherten sich die Katapultenarme *ff* einander, die ganze Maschine wurde in eine entsprechende Spannung versetzt und letztere dadurch erhalten, dass man die Sehne *h* durch eine Sperrung (Schloss) *k* festhielt[1]). In die Leitrinne *g* wurde der abzuschiessende Pfeil gelegt, das Geschütz gerichtet und dann mittelst eines (in unserer Figur nur durch den Buchstaben *l* angedeuteten) Abzuges abgedrückt.

Die Wirksamkeit der Katapulten ist keine ganz geringe gewesen. So berichten Rüstow-Köchly von einer Katapulte, welche bei einem Gewichte der Spannnerven von 12 Minen (5 Kilogramm) $3\frac{1}{2}$ Stadien (2100 Fuss) weit schoss. Das Schnellgeschütz des Dionysios von Alexandreia schleuderte einen Pfeil von 25 Daktylen (18 Zoll rheinl.) auf etwas über ein Stadion (600 Fuss)[2]). Nach neueren Angaben[3]) schleuderte die Katapulte mit genügender Sicherheit und Percussion unter der grössten Elevation (12 bis 15 Grad) Geschosse von $1\frac{1}{2}$ Pfund Gewicht auf die Entfernung von 200 Schritt. Auf 60 Schritt soll ein solcher Pfeil noch im Stande gewesen sein, ein $1\frac{1}{2}$zölliges Brett zu durchbohren.

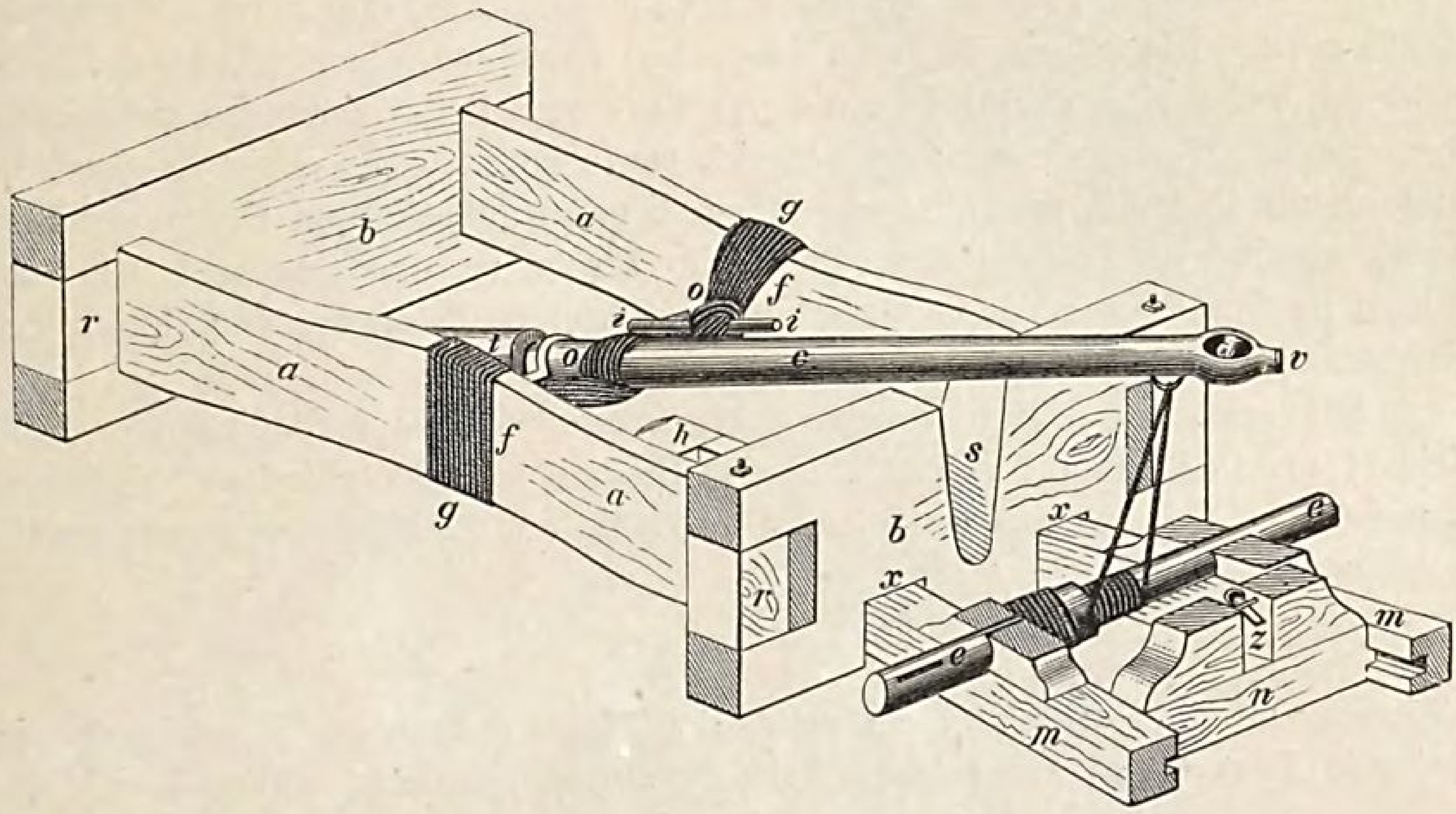
1) Abbildungen von Schloss, Drücker, Abzug etc. bei Rüstow und Dr. Köchly a. a. O. S. 384.

2) A. a. O. S. 390.

3) Deimling in den oben citirten Verhandlungen der Philologen etc. Versammlung in Heidelberg, S. 229.

Eine Balliste, ebenfalls nach der Beschreibung des Ammianus Marcellinus[1]), ist Fig. 9 abgebildet. Hier sind *a a* zwei gebogene, sich federnde hölzerne Bohlen, die man an ihren Enden in Querriegeln *b b* verspannte. An der Stelle der grössten Biegung, in der Mitte *g* der Bohlen *a a*, brachte man starke Stricke oder Taue *f f* in der aus der Abbildung erkennbaren Weise,

Fig. 9.



d. h. so an, dass sich dieselben abwechselnd um beide Bohlen *a* in geeigneter Weise herumschlangen. Hierdurch erlangte man, dass sowohl in der Mitte ein Arm *c*, von der Gestalt einer Wagen- (Karren-) Deichsel einzubringen, als auch eine Art Reitel *i* (Rundeisenbolzen) zum gehörigen Spannen des Strickwerkes *f f* eingeführt werden konnte. Ein geeigneter Gegenhalter *o* verhinderte das Zurückdrehen des Reitels *i* und somit das Nachlassen der Gewalt des nun ebenfalls zu einer Torsionsfeder angeordneten Strickwerkes. Nahe dem obersten Ende *v* war der Arm *c* löffelartig geformt, um das betreffende Geschoss in die entsprechende Höhlung *d* legen zu können. Mit den vorderen Querriegeln *b b* des Gestelles verband man Langhölzer (Schwellen) *m x* und vereinigte diese mittelst eines Querriegels *n* zu einem schwalbenschwanzförmigen Rahmenwerke, um daselbst eine Haspelwelle *e e* lagern zu können. Nach Art der bereits vorher (Seite 13, Fig. 7) abgebildeten Winde (eines Kreuzhaspels)[2]) konnte man durch die Enden der Welle *e* Arme (Hebel) stecken und Seile aufwickeln, durch welche der Wurfarm *c* niedergezogen und die ganze Maschine in die zur Action erforderliche (schliessliche) Spannung versetzt wurde. Das Ende *v* des Armes *c* war dann mit einem Abzuge *z* in Verbindung gebracht, dessen Sperrung durch einen Hammerschlag gelöst (aufgehoben) wurde, wenn der Wurf geschehen sollte.

1) Hülsse, „Maschinenencyklopädie“, Bd. I, S. 849.

2) Unserer Abbildung entsprechend ist die Winde eine sogenannte „Differenzialwinde“, oder eine chinesiche Winde, da sie angeblich von den

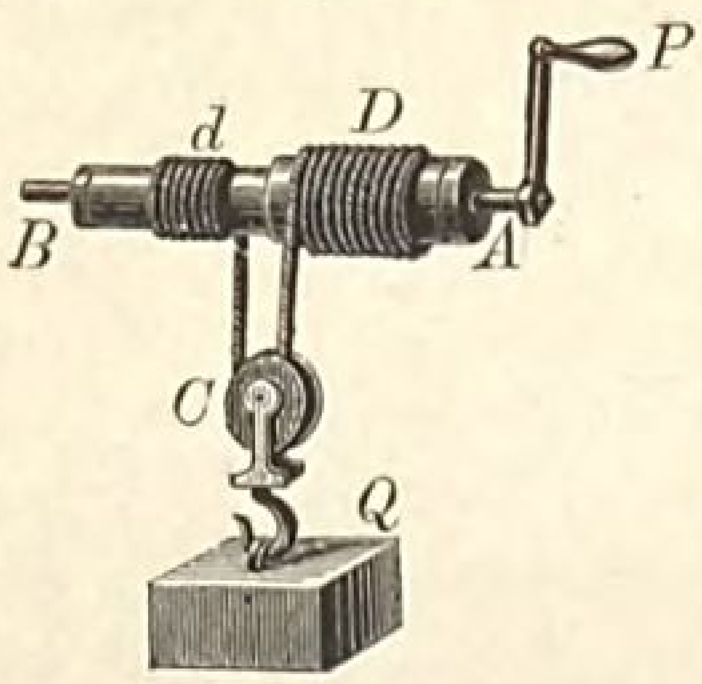
Eine Balliste zum Kugel- oder Pfeilwerfen (oft balkenähnlicher Pfeile), welche fast ganz der vorher beschriebenen in Fig. 8 abgebildeten Katapulte gleicht, lässt Fig. 11 erkennen. Die Darstellung ist den bereits wiederholt citirten Philologen-Verhandlungen entlehnt und ist daselbst (Tafel II, Fig. 3) als „Abbildung der Ballisten im Original" bezeichnet.

Man erkennt hier zuerst die unter circa 45 Grad gegen den Horizont geneigte Läuferbahn (die Leiter), aus zwei Leiterbäumen bestehend, an deren unterem Viertel wiederum ein Kreuzhaspel zum Anspannen der Wurfarme sichtbar ist. Die Wurfarme sind hier, zur Erzielung einer schrägen Kraftrichtung, unter einem Winkel in die aus Tau- oder Seil-Windungen gebildeten Spannnerven (Torsionsfedern) eingesteckt, sowie deren Bogensehne (in der Abbildung als schlaff dargestellt) von einem breiten geflochtenen Gürtel gebildet wird, womit man Steinkugeln oder Pfeile besser zu umfassen und sicher zu führen im Stande war. Schöne Abbildungen von Ballisten aus den Zeiten der Kreuzzüge liefert Violet-le-Duc[1]).

Mit solchen Ballisten will man Wurfweiten bis zu 4 Stadien oder 1000 Schritt erreicht haben. Bei $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Stadien sollen 27pfündige (30minige) Kugeln noch Holzdecken von 5 Zoll Dicke, die auf 12 Fuss frei lagen, durchgeschlagen haben[2]).

Chinesen erfunden worden sein soll. Ihr Wesen besteht darin, dass die zu hebende Last Q an einer losen Rolle C aufgehangen ist, während sich das tragende Seil mit einem Ende auf einem dickeren Welltheile vom Durchmesser D auf- und mit dem anderen Ende gleichzeitig von einem dünneren Welltheile vom Durchmesser d abwickelt. Die Achse AB der Welle ist dabei gehörig gelagert und deren Verlängerung zu der bekannten Handkurbel (Bd. I, S. 227) umgebogen. Bezeichnet man die Höhe der letzteren mit a, so durchläuft der Angriffspunkt von P während einer Umdrehung den Weg $2a\pi$, während die Last, um $\frac{D\pi}{2}$ gehoben, gleichzeitig aber auch um $\frac{d\pi}{2}$ gesenkt wird, so dass ihre Förderhöhe $\frac{(D-d)\pi}{2}$ beträgt und demnach die Gleichung erhalten wird:

Fig. 10.



$$2a\pi P = \pi D \cdot \frac{Q}{2} - \pi d \frac{Q}{2}, \text{ woraus also folgt:}$$

$$\frac{P}{Q} = \frac{D-d}{4a}.$$

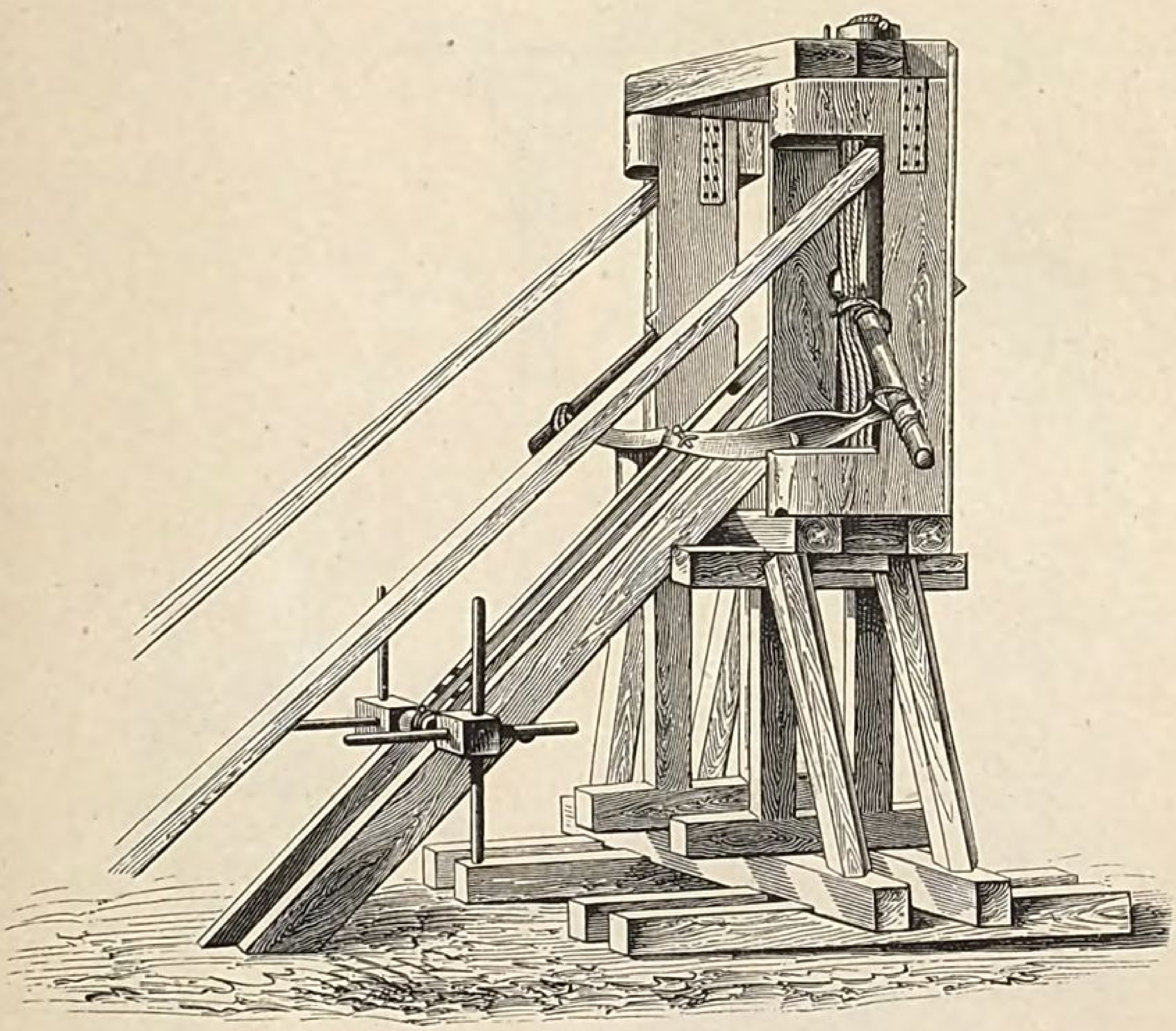
Man hat es hiernach völlig frei in der Hand, das Verhältnis von $\frac{P}{Q}$ beliebig zu ändern und eine um so kleinere Kraft P bei einer gegebenen Last Q in Anwendung zu bringen, je kleiner die Differenz der Durchmesser $D - d$ der betreffenden Welltheile ist.

1) Dictionnaire raisonné de L'Architecture Française du XI. au XVI. Siècle, Tome V, p. 222, Artikel „Engin".

2) Rüstow-Köchly, „Geschichte des griechischen Kriegswesens", S. 399.

Wieder zu den Ortsveränderungsmaschinen für friedliche Zwecke zurückkehrend, entlehnen wir (bei völligem Mangel anderer

Fig. 11.



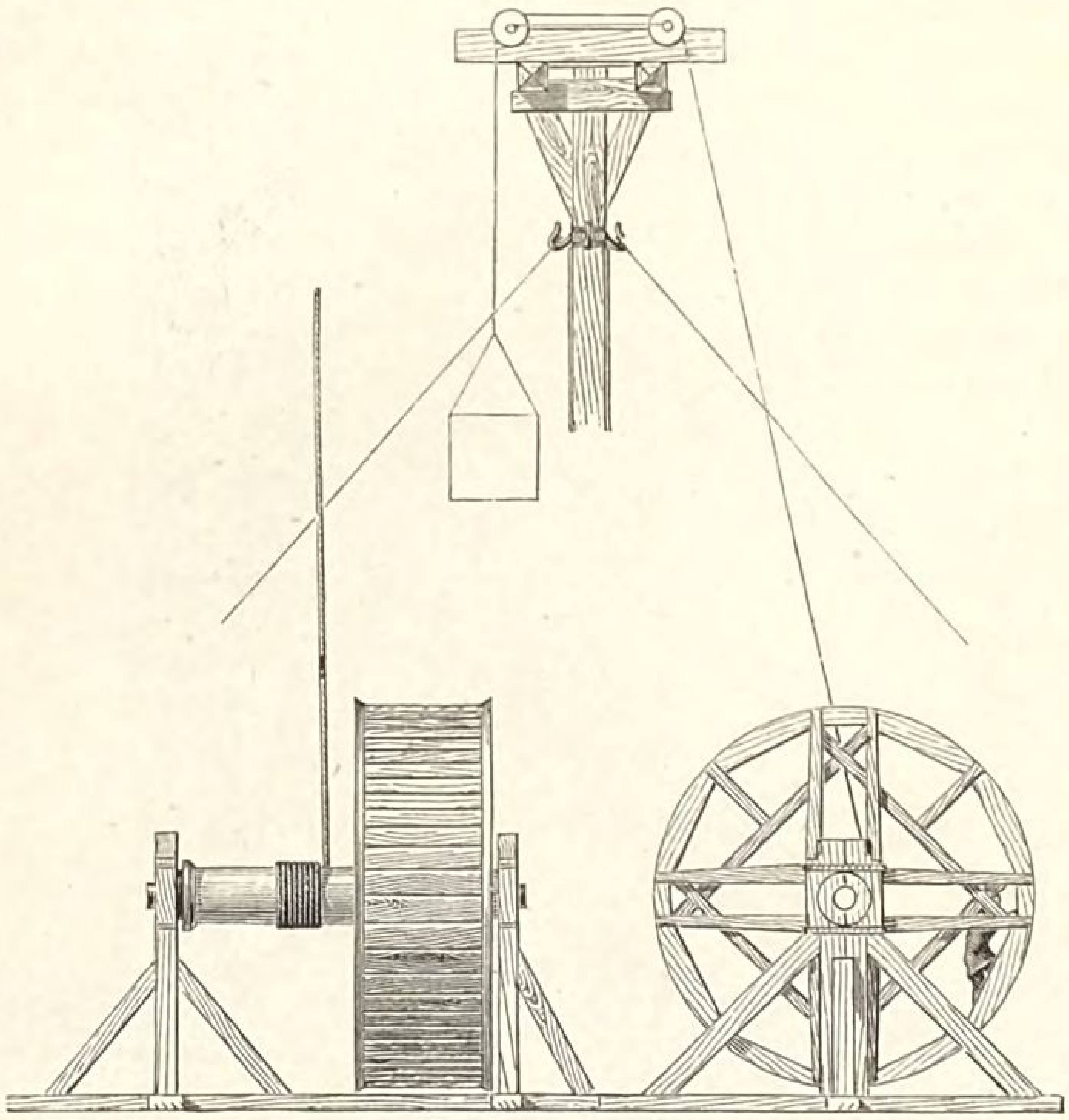
geeigneter Quellen) dem vorgenannten Werke Violet-le-Duc's[1]) (Artikel „Engin“) einige Abbildungen von Aufzugsmaschinen aus der Zeit des 9. und 12. Jahrhunderts.

In Fig. 12 dient ein Laufrad der (Bd. I, S. 292) beschriebenen und besprochenen Art zur Aufnahme eines Arbeiters, der besonders durch sein Gewicht wirksam werden soll. Die zu hebende Last hängt an einem Seile, welches sich mit dem anderen Ende auf die Laufradwelle wickelt. Das betreffende Gerüst, welches an seiner höchsten Stelle zwei Leitrollen trägt, besteht aus einem Ständer, der oben ein verstrebtes Kreuz bildet und dessen senkrechte Stellung mit dadurch erhalten wird, dass man geeignete Taue oder Ketten nach verschiedenen Richtungen hin von oben bis zum benachbarten Erdboden hinabführt und daselbst gehörig befestigt.

1) A. a. O. p. 212, 215 und 217.

Violet-le-Duc führt an[1]), dass er die Anordnungen dieser Aufzugsmaschinen Glasmalereien und Vignetten von Manuscripten entlehnt, jedoch auch in das Constructionsgewand der Gegenwart gebracht habe.

Fig. 12.



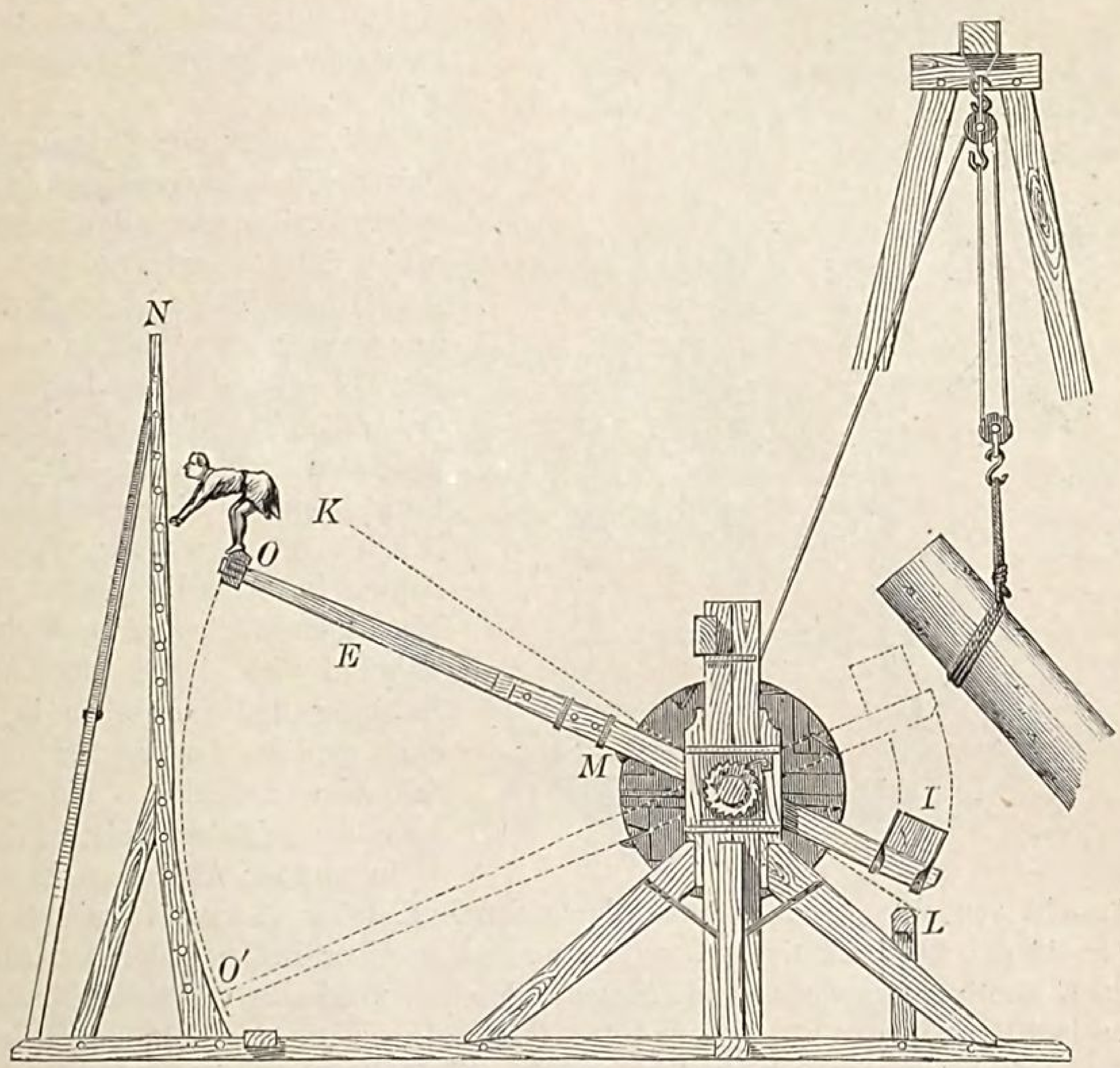
Die zweite interessantere derartige Maschine ist in Fig. 13 abgebildet. Zum Aufwickeln des Lastseiles, welches hier noch mit einem Flaschenzuge in Verbindung gebracht ist, dient wieder eine horizontale, gehörig gelagerte Welle, deren rückgängige Bewegung durch ein ausserhalb am Maschinengestelle angebrachtes Sperrrad mit Klinke verhindert wird. Auf gedachter Welle sind in weitem Abstande von einander zwei kreisförmige Scheiben (nach Art der jetzt gebräuchlichen eisernen Rosetten) *M* lose aufgeschoben und jede dieser Scheiben ist mit einem Arme *E* fest vereinigt, so dass sich *E* und *M* immer gemeinschaftlich (als ein Ganzes) bewegen müssen. Um nun durch eine abwechselnd oscillatorische Bewegung des Arm- und Scheibensystems *EM* eine absatzweise, aber stets nach derselben Richtung stattfindende Umdrehung der vorhandenen Horizontalwelle zu erzeugen und dadurch ein Aufwickeln des vom Flaschenzuge herabkommenden Seilendes zu bewirken, bedurfte es nur einer geeigneten An-

1) A. a. O. p. 213. Der Verfasser bezieht sich dabei besonders auf die Hebung Monolithen bildender Säulen der Cathedralen von Mantes und Langres, der Kirche von Semur en Auxois etc.

ordnung von sogenannten Ziehklinken an den Seiten der Scheiben M und correspondirenden Vertiefungen im Umfange der horizontalen Welle[1]), wobei Violet-le-Duc angiebt, dass die Zahl der mit jeder Scheibe M verbundenen Ziehklinken acht betragen habe und zwar im Kreisumfange gleichweit von einander abstehend.

Hiernach ist es nun leicht, mit Hülfe von Fig. 13 die Wirkungsweise der ganzen mechanischen Combination zu verstehen. Auf einem kräftigen Riegel

Fig. 13.

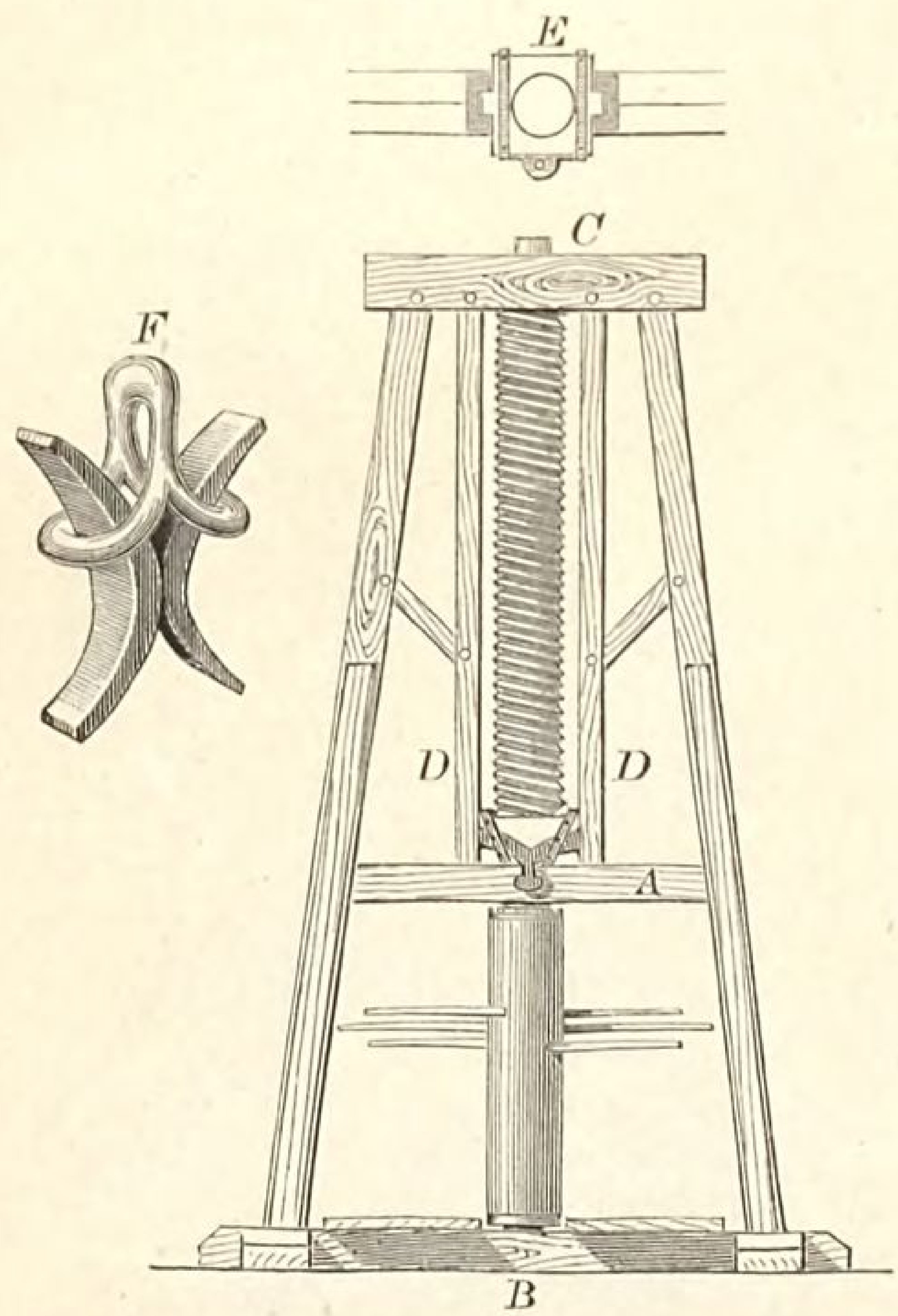


an den äussersten Enden O des Verbandes von EM nehmen eine Anzahl Arbeiter (nach unserer Quelle sechs) neben einander Platz, wobei beachtet werden muss, dass im Ruhezustande EM die höchste (in der Abbildung durch die punktirte Linie KL angedeutete) Lage einnimmt und die Arbeiter daher auf der daneben aufgestellten Sprossenleiter zur gedachten Höhenstelle ge-

1) Dieselben Mittel sind bei der Ankerwinde von Lenox in London (Bd. I, S. 221) in Anwendung gebracht, um die oscillatorischen (schwingenden), auf- und abgerichteten Bewegungen des Schwing- oder Druckbaumes in eine Drehbewegung der horizontalen Welle umzusetzen, um welche die Ankerketten (Taue) einige Male geschlungen und zum freien Ablaufen geeignet gemacht werden etc.

langen. Indem nun die Arbeiter mit ihren Händen die Leitersprossen so erfassen, wie die Fig. 13 erkennen lässt, bewirken dieselben durch die Zugkraft ihrer Arme und durch ihr absolutes Gewicht den Niedergang des Armsystemes *EM* und damit eine Umdrehung der horizontalen Welle, auf welcher sich das vom Flaschenzuge kommende Zugseil aufwickelt. Haben die Arme *EM* die tiefste Stelle *O'* erreicht und verlassen die Arbeiter ihren Platz, so bewirkt ein Gegengewicht *J* das Aufwärtsgehen bis zur Anfangslage *KL* etc.

Fig. 14.



Von einer eigenthümlichen Hebmaschine der damaligen Zeit, wobei die Schraube eine Hauptrolle spielt, liefert Violet-le-Duc[1]) nach Villard de Honnecourt[2]) die Abbildung von Fig. 14. Eine starke hölzerne (scharfgängige) Schraube bildet gleichsam nach oben hin die Fortsetzung von einer stehenden Winde, deren unterer (Spur-) Zapfen im Schwellwerke *B* des Maschinengerüstes gelagert ist, während sich in *A* eine Art Halslager und ganz oben in *C* ein zweites Lager für die Schraube vorfindet. Die zur Schraube gehörige Mutter (über *C* in unserer Abbildung in der Ansicht von oben gezeichnet und durch den Buchstaben *E* markirt) nimmt in Fig. 14 die möglichst tiefste Lage ein und ist an einer Drehung durch seitlich (in *E* sichtbare) vorspringende Prismen gehindert, welche in vertikalen Nuthen zweier Ständer *D* Platz finden und der Mutter gleichzeitig zur Führung dienen. Zur Aufnahme der zu hebenden Last ist die Mutter mit einem Haken versehen, in welchem ein eigenthümliches Gehänge *F* befestigt werden kann, welches mittelst zweier in geeigneter Weise gebogenen Eisenkeile zugleich eine sogenannte Steinzange abgiebt. Wie bei allen Schraubenwerken, wird hier viel Kraft durch Reibung verzehrt, wenn auch die Multiplication der Kraft eine verhältnismässig grosse ist.

Wie bereits oben (S. 6) erörtert wurde, hat man krahnartige Hebmaschinen[3]) wahrscheinlich schon beim Baue der ägyp-

1) A. a. O. Artikel „Engin", S. 217.

2) Album de Villard de Honnecourt (S. 216).

3) Unter „Krahn" oder Kranich versteht man überhaupt eine Maschine,

tischen Pyramiden anzuordnen verstanden und in Anwendung gebracht.

Zu den ältesten auf uns gekommenen Abbildungen eines Krahnes dürfte (vielleicht) die gehören, welche ebenfalls Violet-le-Duc in dem vorher citirten Werke liefert [1]) und wovon Fig. 17 und 18 eine Copie ist. Dabei wurde

durch welche eine Last in vertikaler Richtung gehoben oder gesenkt, zugleich aber auch in eine geeignete Drehbewegung im Kreise oder in eine fortschreitende geradlinige Bewegung, oder endlich in letztere beiden Bewegungen zugleich versetzt werden kann. Dabei wird die zu transportirende Last gewöhnlich an dem äussersten Ende eines schräg gerichteten Balkens aufgehangen, welchen man den Ausleger (Krahnbalken oder Schnabel) nennt, der in schräger Richtung gehörig gestützt und verstrebt wird. Von der dadurch entstehenden Form hat die Maschine den Namen Krahn (Kranich) erhalten, insofern diese allerdings an den hochbeinigen Vogel, den Kranich, erinnert, der mit seinem langen Halse und Schnabel allerlei Gewürm aus Sümpfen und anderem Wasser herauszubringen im Stande ist etc.

1) Dict. raisonné de l'Architecture T. VI, p. 136.

Unter der Benennung „Krahn" (κόραξ, tolleno) scheinen nach Rüstow und Köchly (Geschichte des griechischen Kriegswesens, S. 319 und 320) bei den Griechen Maschinen bekannt gewesen zu sein, welche beim Festungskriege benutzt wurden, mindestens fand sich bei solchen der Ausleger (Krahnbalken), wie dies namentlich aus Fig. 15 und 16 erhellt. Erstere Figur stellt eine soge-

Fig. 15.

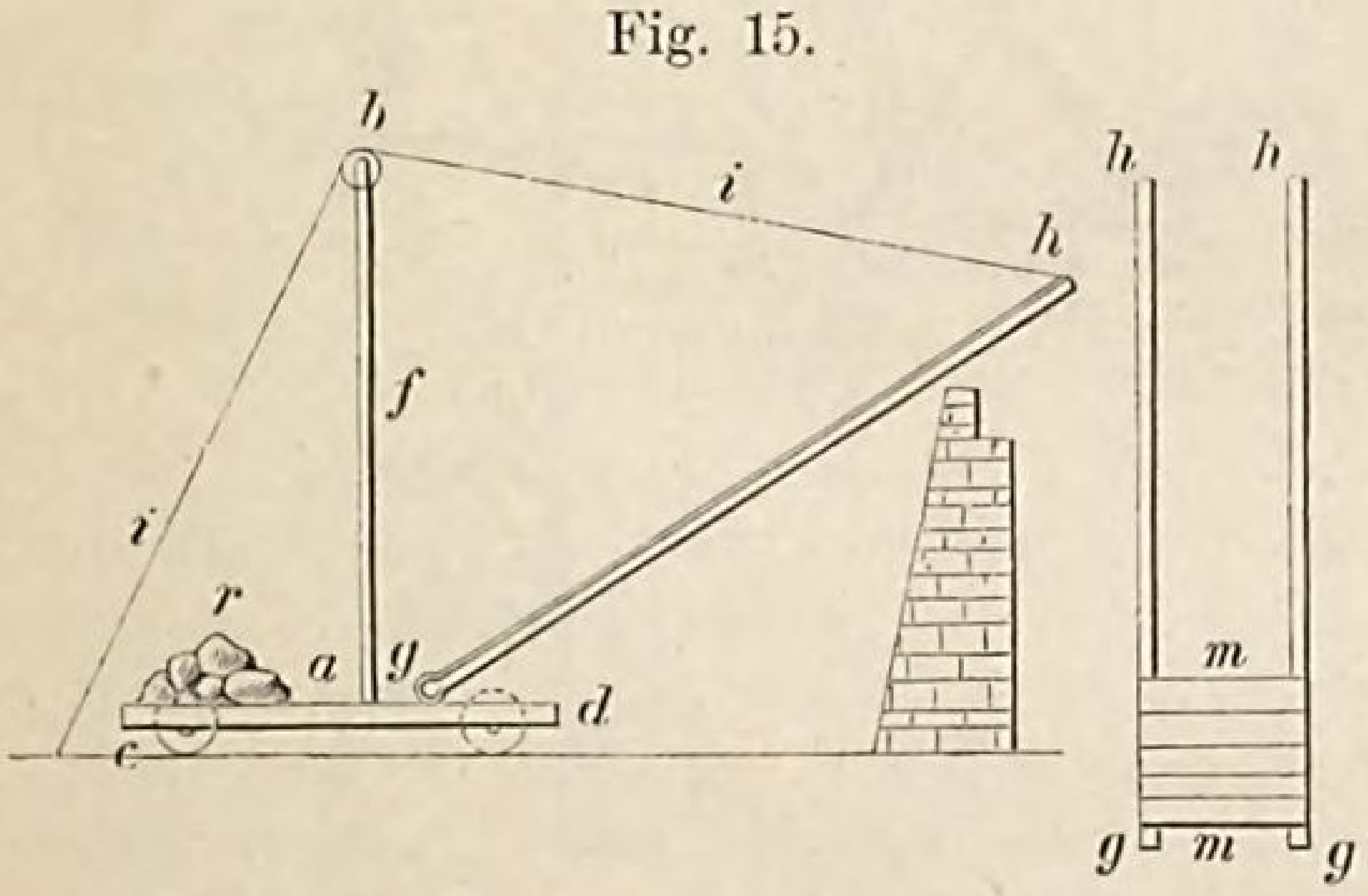
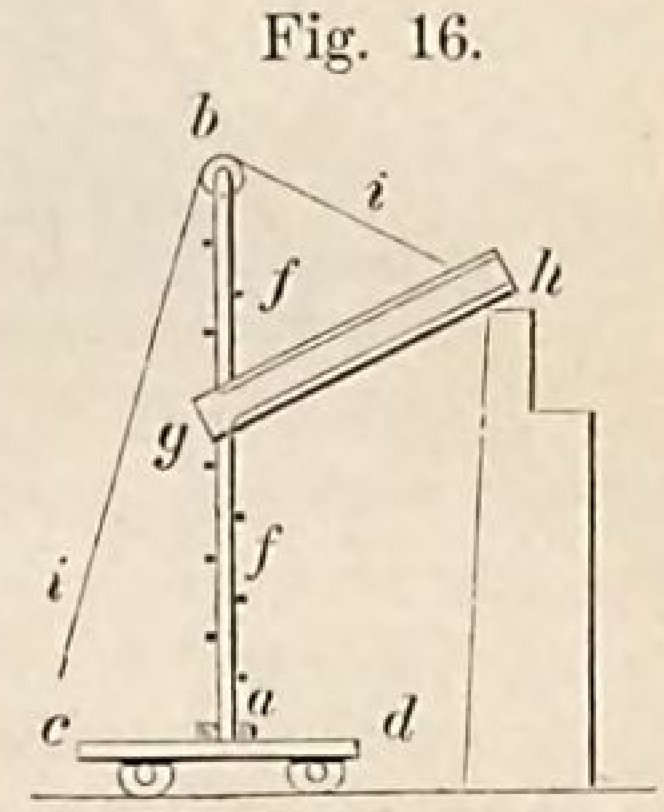


Fig. 16.



nannte Fallbrücke dar, die aus zwei Brückenbalken gh bestand, über welche der Quere nach Bohlen mm gelegt waren. Das untere Ende g dieser Fallbrücke war um eine auf Rädern (Rollen) ruhende Plattform cd drehbar gemacht, während vom oberen Ende aus ein Seil i über eine Rolle b ging, die von einer Säule f getragen wurde. In r waren geeignete Gegengewichte placirt.

Die zweite Figur (16) zeigt einen sogenannten Belagerungskrahn. Hier bildet der Ausleger eine hohle Röhre, durch welche ein Mann hindurchkriechen konnte. Ein mit Quersprossen f versehener Mastbaum ab diente sowohl zum Emporklettern der Mannschaften, als auch zur Aufnahme des um g drehbaren Ausladers. Letzterer wurde wieder durch Ziehen an einem Seile i gehoben und gesenkt, welches über eine feste Rolle am Mastbaume ab lief etc. etc.

Gerüst und Maschinenanordnung so gezeichnet, wie sie im 13. Jahrhundert beim Baue des befestigten Schlossthurmes (Donjon) von Coucy in Anwendung gewesen sein soll. Der Krahn ist ein sogenannter Laufkrahn, dessen Bahn *AB* im Innern des Thurmes (von kreisförmigem Querschnitt) liegt. Hierbei hat das äussere Laufrad *A* offenbar einen grösseren Weg zu durchlaufen, als das mit ihm auf derselben Achse (Welle) steckende Laufrad *B*, weshalb letzteres einen kleineren Durchmesser als ersteres erhalten hat. Der Auslader *FC* reicht, den Umständen entsprechend, über das Mauergesims *D* hinaus, um

Fig. 18.

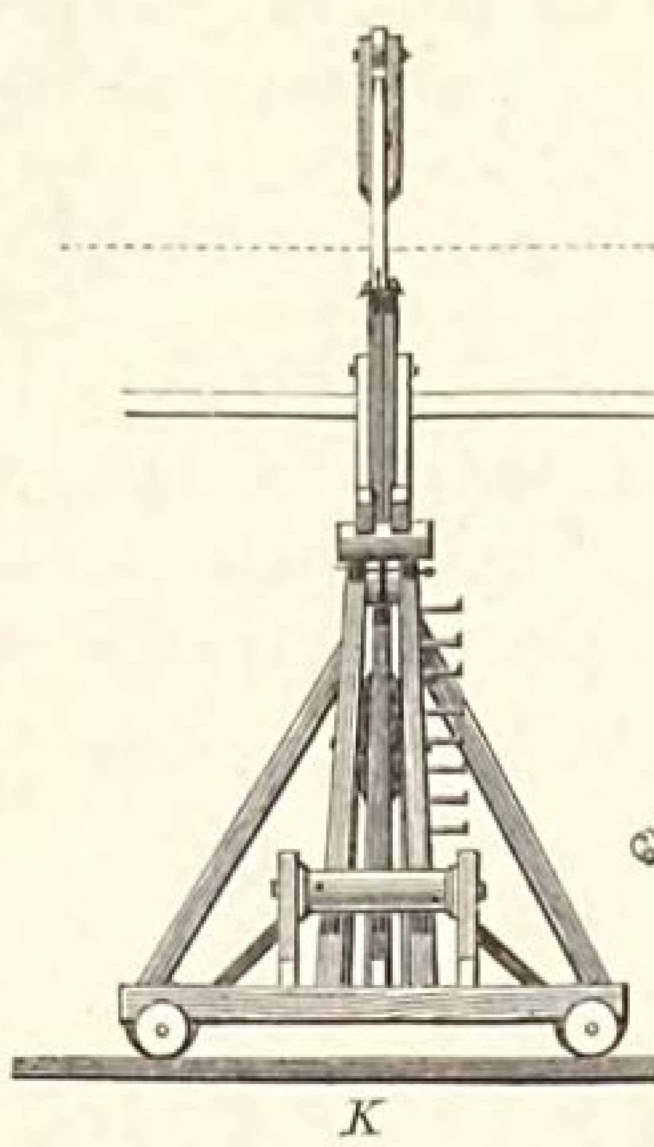
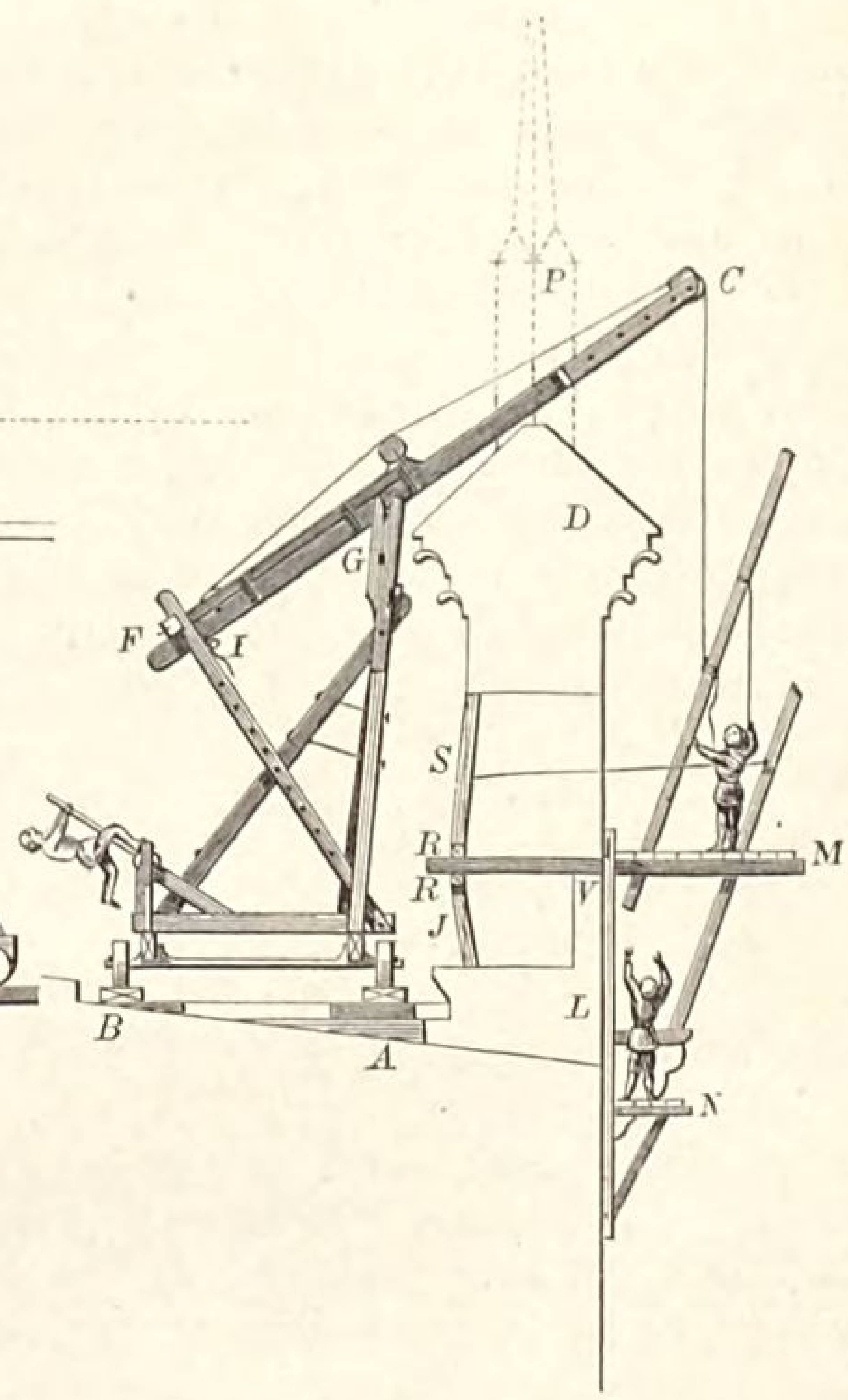


Fig. 17.



Lasten von *M* und *N* aus über *D* hinweg zu heben und in das Thurminnere fördern zu können. Der Auslader ist ferner zugleich um eine bei *G* befindliche horizontale Achse drehbar, welche Drehung durch einen bei *J* befindlichen Bolzen begrenzt wird. Für den vorliegenden speciellen Fall war eine Drehung des Krahnes um eine Vertikalachse nicht erforderlich, da die Lasten (Balken, Steine und andere Baumaterialien) nur auf die Böschung der Thurmmauerkrönung *D* gehoben wurden, auf deren Scheitel sich Arbeiter postirten und die betreffenden Lasten, nach der anderen (inneren) Seite des Thurmes hin, weiteren Arbeitern überliessen. Die Entfernung zwischen je zwei der kleineren Zierthürmchen *P* war zugleich gross genug, um kein Hinderniss der erforderlichen freien Bewegung werden zu können. Die hierbei überhaupt nothwendigen

Holzrüstungen und Verkleidungen *LMNRSV* etc. erklären sich aus Fig. 18 leicht von selbst[1]).

Eins der interessantesten hierher gehörigen Beispiele aus der Geschichte des Maschinenwesens ist der bereits im 3. Bande S. 8 erwähnte Transport des Vaticanobelisken und die Aufrichtung desselben an dem Platze, wo derselbe heute noch steht, Arbeiten, die im Jahre 1685 und 1686 von dem italienischen Baumeister Fontana mit grossem Erfolge ausgeführt wurden[2]).

Mit Bezug auf das, was bereits Bd. 3, S. 8 über den Transport dieses Obelisken bemerkt wurde, werde hier und in der Note unten[3]) ausführlicher Folgendes mitgetheilt.

1) In Betreff viel grösserer und vollständigerer Abbildungen des von Violet-le-Duc erörterten Beispieles muss auf die benutzte Quelle, namentlich auf S. 139, Fig. 9 daselbst, verwiesen werden.

2) Als hier benutzte Quellen sind zu nennen:

Fontana, „Della transportatione dell' Obelisco Vaticano, et della fabriche de nostro Signore Papa Sisto V." Romae, 1690. fol.

Fontana: „Il Tempio Vaticano". Romae 1694. fol.

Leupold: „Theatrum Machinarum" oder Schauplatz der Hebzeuge. Leipzig 1725. S. 137.

Ersch und Gruber: „Allgemeine Encyklopädie der Wissenschaften und Künste". Dritte Section (O bis Z). Artikel „Obelisken" von Seite 29 bis mit Seite 49.

Abbildungen finden sich nur bei Fontana und bei Leupold.

3) Plinius (Buch 36, §. 14) bezeichnet die Obelisken des alten Aegyptens als aus einem Steine gehauene (Monolithen) schlanke, geebnete und geglättete Pyramiden oder Spitzsäulen, welche man dem Sonnengotte Ra geheiligt hatte. Nach Anderen (in Ersch und Gruber's Encykl. Artikel „Obelisk") dienten sie sowohl als Zierde für freie, öffentliche Plätze und für die Tempeleingänge, als auch dazu, durch ihren Anblick den in die Tempel Eintretenden zur Anbetung des Sonnengottes und zu den Gefühlen der Ehrfurcht gegen seine irdischen Stellvertreter zu stimmen.

Heeren (in seinen historischen Werken, Theil 13, S. 476) nennt die Obelisken stolze Denkmäler, welche die ägyptischen Monumente verherrlichen und allein schon einen Beweis von dem dereinstigen höchsten Glanze der Baukunst des Nilthales geben.

Plinius (a. a. O. §. 14, 4) beschreibt die Schwierigkeiten des Wassertransportes dieser Monolithen, welcher auf Befehl verschiedener (alt) römischer Kaiser ausgeführt wurde und worüber auch Leupold in seinem Theatrum Machinarum, Abtheilung „Hebzeuge", S. 140 ff. ausführlich berichtet.

Für unsere Zwecke wurde der vaticanische Obelisk deshalb gewählt, weil derselbe durch die oben erwähnte Ortsveränderung zu einer ebenso interessanten

Von den (13) altägyptischen Obelisken, welche sich vor der Zerstörung Roms durch die Gothen (410 n. Chr.) und die Vandalen (455 n. Chr.) daselbst vorfanden, wurden von den Kriegshorden 12 umgestürzt, mehr oder weniger zerbrochen und im Schutte begraben. Ein einziger dieser Granitmonolithe blieb stehen und ganz erhalten und zwar der ohne Reliefdarstellungen und ohne Hieroglyphen, dessen Standort sich seitwärts der Peterskirche und des Vaticanpalastes befand. Der um Roms Verschönerungen hochverdiente Papst Sixtus V. liess diesen Obelisken durch seinen Baumeister Dominicus Fontana von der bemerkten Stelle entfernen, nach dem gedachten Platze schaffen und hier in der Mitte wieder aufrichten, wo er sich jetzt noch, unter dem Namen des vaticanischen Obelisken, befindet.

Die angedeuteten von Fontana auszuführenden Arbeiten folgten in nachbemerkten fünf Abschnitten im Zeitraume von etwas über einem Jahre (vom April 1685 bis September 1686) auf einander. Erstens wurde um den Obelisken herum ein kolossales, thurmartiges Gerüst (castello) erbaut, welches in Fig. 19 (dem Fontana'schen Werke S. 169 entnommen) (siehe die hier nebeneingelegte Figur) mit den Buchstaben *BMB* bezeichnet ist. Unter der höchsten Stelle *M* desselben hing man Flaschenzüge auf, deren lose Flaschen an den Armirungen des Obelisken befestigt waren, während die betreffenden freien Seilenden, von Leitrollen geführt, zu den betreffenden Winden $H_1 H_2$ gingen. Zweitens wurde mittelst dieser Anordnungen und Mechanismen der Obelisk von seinem Standorte gehoben und sodann derselbe drittens auf

wie grossartigen Verwendung von Maschinen des 17. Jahrhunderts Veranlassung gab.

Die im Fontana'schen Werke verzeichneten Maasse dieses Obelisken, wobei wir die Meterreductionen in Parenthese schliessen, sind in Palmen (à 0,22319 Meter) folgende:

Der pyramidale Monolith einschliesslich des 6 Palmen hohen Pyramidion	$113\frac{1}{2}$	Palmen	($25^{m},33$)
Das zur Bekrönung aufgestellte Kreuz	26	„	($5^{m},80$)
Das Postament (der Untersatz)	$40\frac{3}{4}$	„	($9^{m},09$)
Totalhöhe vom Erdboden aus bis zur höchsten Kreuzstelle	$180\frac{1}{4}$	„	($40^{m},22$)

Die quadratischen Querschnittsflächen des Obelisken haben unten 12 Palmen, oben 8 Palmen Seitenlänge.

Den Cubikinhalt des Monolithen giebt Fontana zu 11204 Cubikpalmen an und da er das Gewicht einer Cubikpalme zu 86 Pfund ermittelte, ergiebt sich das Gewicht zu 963537 Pfund. Andere, wie Kircher (Leupold a. a. O.), geben dies Gewicht zu 956148 Pfund an, und Mercati (nach Fontana's eigenem Berichte, S. 123) sogar zu 992789 Pfund. Mit Berücksichtigung der Armirungen, womit der Obelisk für die Transportzwecke versehen werden musste, wird man daher wohl 500000 Kilogramm in Rechnung bringen dürfen.

Zu Seite 27.

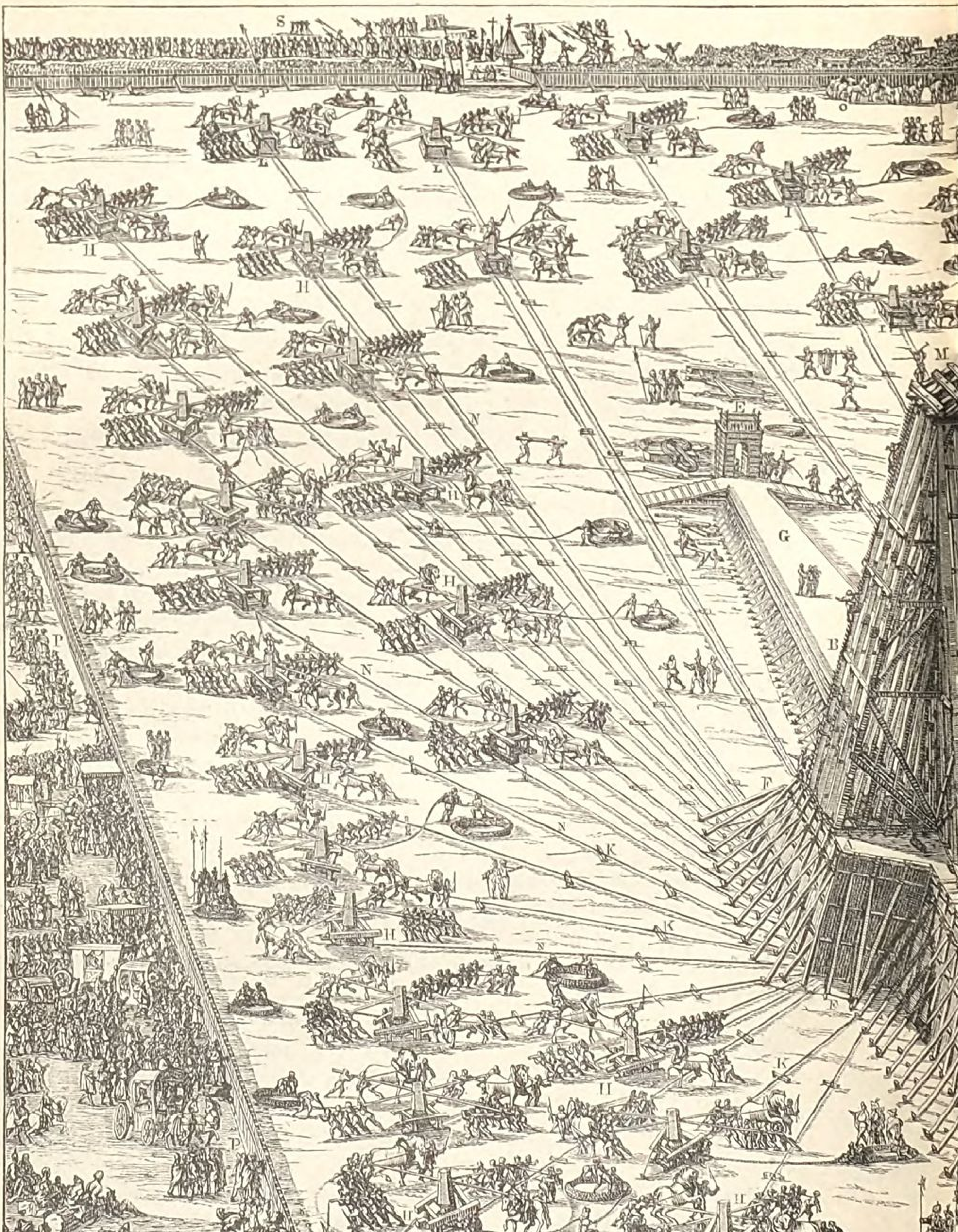
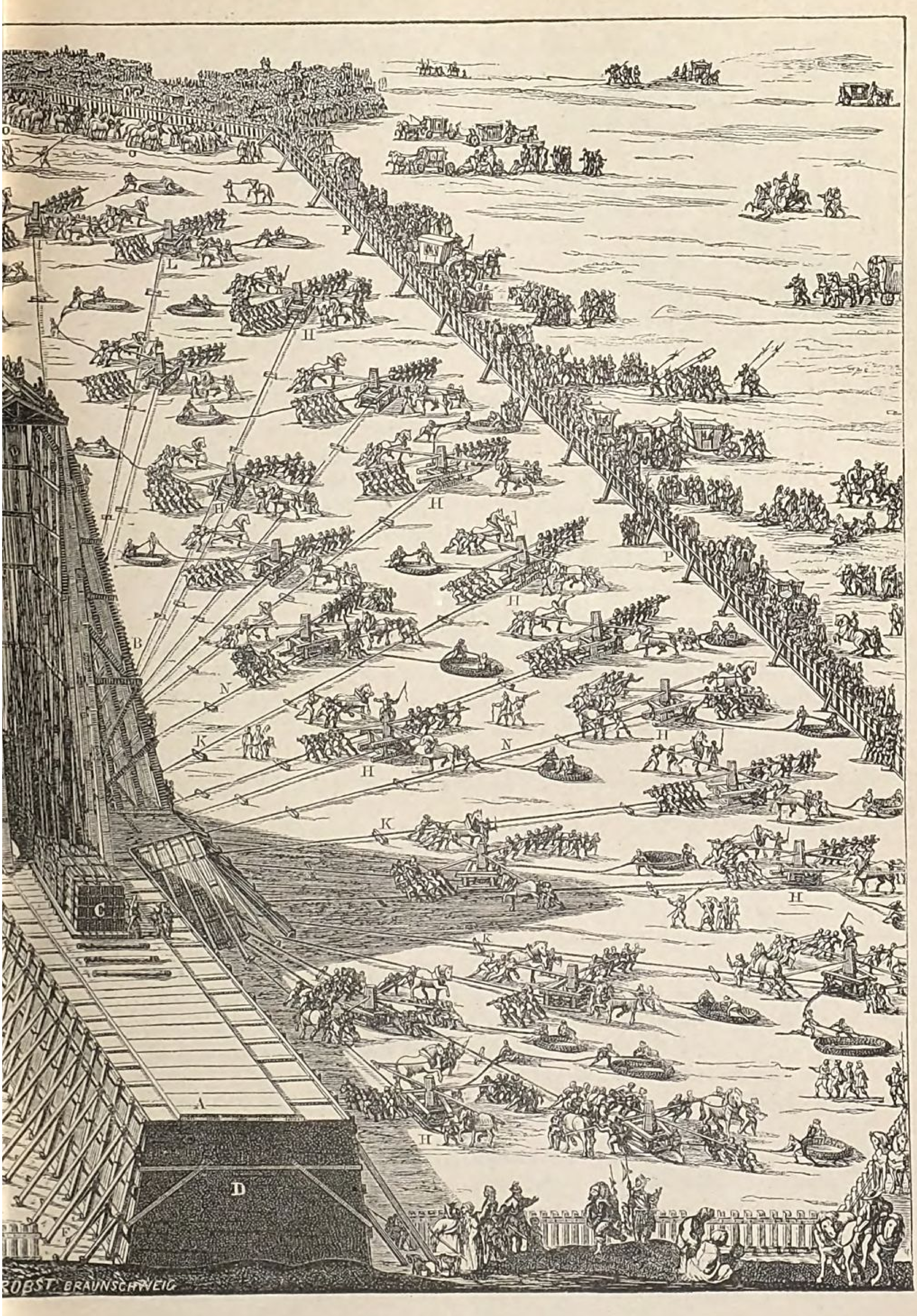


Fig. 19.



einem grossen Schlitten befestigt, den man auf vorher geebnetem Wege mittelst untergelegter Walzen fortrollen konnte[1]). Viertens erbaute man auf dem Petersplatze eine in Fig. 19 mit DGF bezeichnete Rampe von solcher Höhe und Ausdehnung, dass deren höchste horizontale Fläche A etwas über dem Postamente lag, auf welches man den Obelisken zu stellen beabsichtigte. Fünftens nahm man das thurmartige Gerüst BM von dem ersten Standpunkte des Obelisken hinweg und richtete es unmittelbar über dem gedachten Postament auf dem Petersplatze und zwar in der Fig. 19 dargestellten Weise auf. Endlich erhob man den Obelisken mit denselben Mitteln und Maschinen, wie beim Entfernen vom ersten Standorte, drehte denselben durch Anfassen mittelst Seilzügen aus der horizontalen in die verticale Lage[2]) und liess ihn endlich an der Stelle senkrecht nieder, wo er gegenwärtig noch auf seinem Postamente ruht.

Beim Entheben des Obelisken von seinem ersten Standpunkte waren 907 Menschen, 75 Pferde und 40 Erdwinden in Thätigkeit, die Aufrichtung auf dem Petersplatze erforderte 800 Menschen, 140 Pferde und dieselbe Zahl (40) von Erdwinden. Letztere Arbeit wurde nach 648 Umgängen der Erdwinden am 10. September 1686 vollendet[3]). Die Gesammtkosten aller Arbeiten beliefen sich auf 37975 römische Speciesthaler.

In der Abbildung Fig. 19, welche die letzten Arbeiten beim Wiederaufrichten des Obelisken darstellt, sind die bemerkten 40 Erdwinden mit dem Buchstaben H bezeichnet, während andere mit $JJ\ldots$ markirte Winden zu den erforderlichen Fussdrehungen des Obelisken verwandt wurden, wozu man die betreffenden Flaschenzüge nahe der grossen Basis der Pyramide befestigte, endlich bildeten noch andere Erdwinden LL entsprechende Reservemaschinen. Um nachtheilige Reibungen der zu den Erdwinden führenden Zugseile NN.. zu verhindern, hatte man auf dem Boden in gehörigen Abständen geeignete Frictionsrollen gelagert, die in unserer Figur mit KK.. bezeichnet

1) Abbildungen hierzu bei Fontana (a. a. O. S. 151) auf einer grossen Foliotafel.

2) Betreffende Abbildungen wieder bei Fontana (a. a. O. S. 143 u. 163).

3) In Adler's „Bemerkungen auf einer Reise nach Rom" (Altona 1783) wird S. 98 folgende Anekdote erzählt, die sich bei der Aufrichtung des Obelisken zugetragen haben soll: „Fontana hatte zu wenig darauf gerechnet, dass sich die Seile (Taue) durch die daran hängenden Lasten ausdehnten und demgemäss verlängerten, so dass noch einige Zoll fehlten, bis der Obelisk auf den Piedestal erhoben war. Die Maschinen vermochten nichts mehr zu thun. In der Verlegenheit oder Bestürzung gab ein Arbeitsmann (nach Anderen eine alte Frau) den Rath, die Taue anzufeuchten, und so gelang's, dass der Obelisk glücklich aufgerichtet ward".

Dass sich Hanfseile durch Anfeuchten (Nassmachen) verkürzen, ist eine leicht erklärliche Thatsache. Ob die vorbemerkte Anekdote wahr ist, vermag ich nicht nachzuweisen. In den mir zu Gebote stehenden Quellen, dem Fontana'schen Werke, bei Leupold (a. a. O.), in Ersch und Gruber (vorzüglich von G. Rathgeber geschriebener Artikel „Obelisk") und endlich in Borgnis Traité complet de Mécanique „Mouvemens des Fardeaux" ist Nichts zu finden. Adler hat sich diese Anekdote wohl in Rom erzählen lassen?

sind. *E* ist ein erhöhter Standpunkt, von welchem aus die Zeichen zum Anziehen und Ruhenlassen der Maschinen gegeben wurden, was beziehungsweise durch Trompeten- und Glockensignale geschah.

Von den sonst vorhandenen Buchstaben markiren *OO*.. Reservepferde, *PP*.. eine entsprechende Einfriedigung des ganzen Arbeitsplatzes, um das zuschauende Publikum in gehöriger Entfernung zu halten, *R* eine religiöse Procession, um den glücklichen Erfolg durch Gebete zu erflehen, so wie endlich *S* die Stellen andeutet, wo sich die der Peterskirche zugekehrten Wohnhäuser befinden (die in unserer Copie aus dem Fontana'schen Werke weggelassen wurden) und wobei den mit Roms Oertlichkeiten bekannten Lesern wohl kaum bemerkt zu werden braucht, dass der Buchstabe *S* der Richtung zugekehrt ist, nach welcher hin die Engelsburg liegt.

Nach vorstehenden grossartigen Maschinenleistungen wenden wir uns zu minder bedeutenden, aber immerhin beachtungswerthen Hebmaschinen, deren Erfindung in den Anfang des 17. Jahrhunderts zu fallen scheint[1]), zu den sogenannten Hebladen. Es sind diese Maschinen nichts anderes, als doppelarmige, ungleicharmige Hebel mit veränderlichen Drehpunkten, durch deren Anordnung die an sich geringen Hubhöhen der Hebel vervielfältigt, also vergrössert werden können. Das Hauptsächliche derselben besteht demgemäss in einer Vorrichtung, womit man die Hebeldrehachse und somit auch den ganzen Hebel mit der betreffenden Last nach und nach in die Höhe rückt und wovon insbesondere vier Dispositionen der Beachtung werth sind.

Eine der zweckmässigsten dieser vier Gattungen von Hebladen ist in Fig. 20 abgebildet. Dieselbe ist unter dem Namen der schwedischen bekannt, weil sie ein gewisser Polhem zuerst in einer Abhandlung der schwedischen Akademie der Wissenschaften (Bd. 18) bekannt machte, und zwar als Maschine zum Ausreissen von Baumstumpfen (Stöcken) mit ihren Wurzeln[2]).

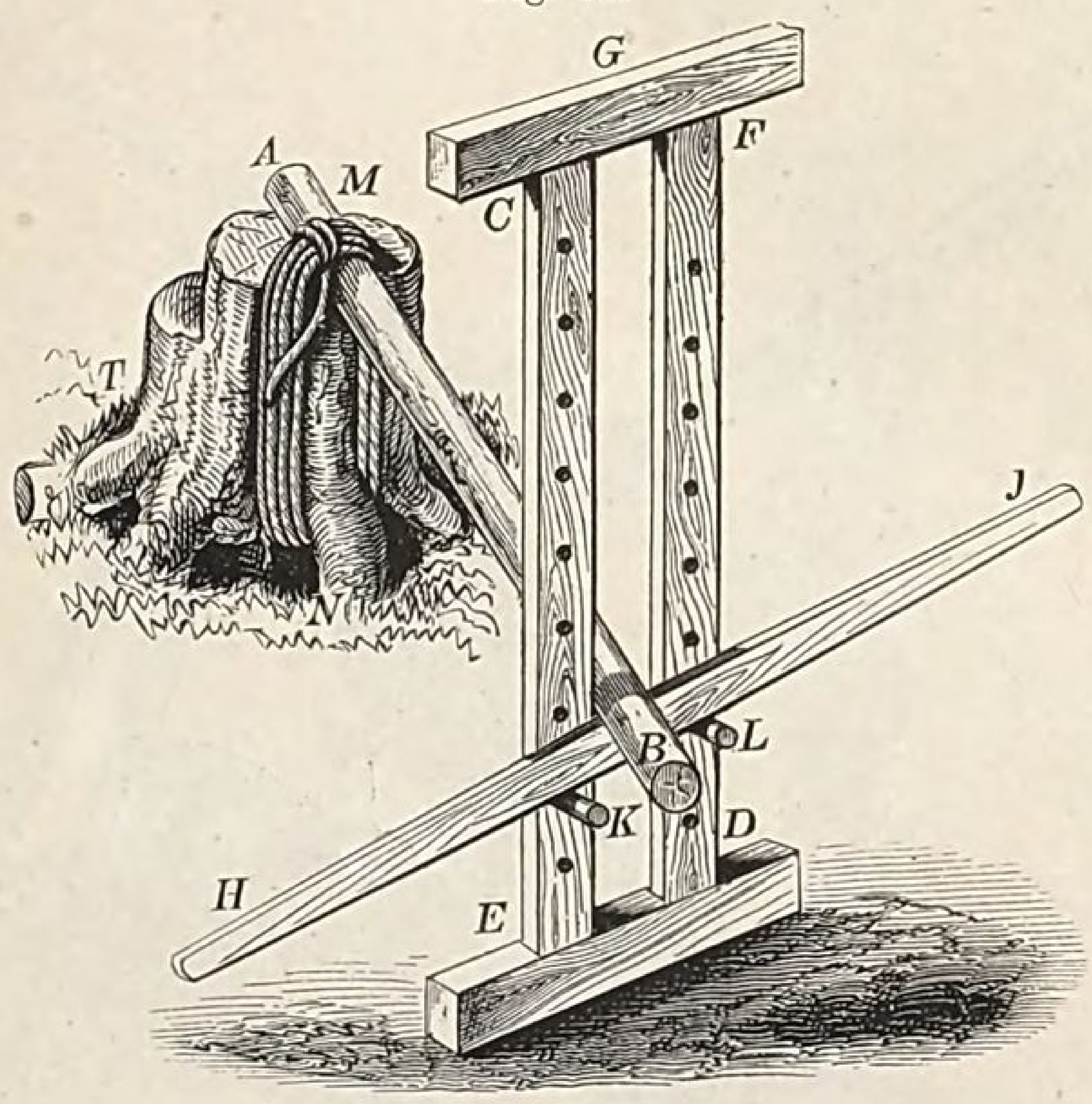
Hierbei bildet *CDEFG* ein kräftiges Gerüst, dessen vertikaler Ständer mit Löchern zum Durchstecken starker eiserner Bolzen *K* und *L* und zwar so versehen ist, dass die betreffenden Löcher in jedem der Ständer in verschiedenen Höhen liegen. Zufolge dieser Anordnung nimmt ein auf je zwei benach-

1) Die älteste dem Verfasser bekannt gewordene Nachricht über Hebladen datirt vom Jahre 1620. Französische Schriftsteller erwähnen nämlich diese Maschine zuerst im „Recueil de plusieurs machines militaires et feux artificiels de la diligence de France", worüber Munke in Gehler's physikalischem Wörterbuche Artikel „Heblade", 5. Bd., 1. Abtheil., S. 139 berichtet. Nach diesen französischen Quellen hat auch schon Schwenter in seinen (1651 in Nürnberg erschienenen) „Mathematischen Erquickungsstunden" über Hebladen Mittheilungen gemacht.

2) Lempe: „Lehrbegriff der Maschinenlehre". Leipzig 1795, S. 108.

barten Bolzen (wie K und L) gelegter Hebel HJ stets eine gegen den Horizont geneigte Lage an. Legt man nun einen kräftigen Hebebaum AB so auf, wie die Abbildung erkennen lässt, d. h. wählt man als einen Ruhepunkt dieses Baumes das obere Ende des auszureissenden Stockes T, als anderen Ruhe-

Fig. 20.



punkt B aber die Mitte des Hebels HJ und verbindet überdies das hintere Ende des Hebebaumes AB dadurch mit dem Stocke T, dass man um einige Wurzeln N des letzteren und um die Baumstelle M ein starkes Seil (oder eine Kette) mehrere Male herumwindet — so erkennt man leicht, wie durch diese Maschine das Aufwärtsbringen des Hebebaumendes B und endlich das Ausreissen des Stockes T erfolgen kann. Man stellt zu letzterem Zwecke nur an jedes Ende des Hebels HJ einen Arbeiter und lässt abwechselnd den Hebel um die Bolzen K und L drehen. Wenn dann der eine Arbeiter den Hebel erhebt (beispielsweise um K dreht), steckt der andere den ihm zugekehrten Bolzen (beziehungsweise L) höher, mit welcher Action man so lange fortfährt, bis das Hebelende B diejenige Höhenlage erreicht hat, wobei das beabsichtigte Ausreissen des Stockes T erfolgt.

Eine zweite Gattung von Hebladen (Fig. 21) beschreibt Leupold[1]) und bemerkt, dass diese in Sachsen und Bayern sehr viel Anwendung finde, auch schon von Schwenter 1651[2]) besprochen worden wäre.

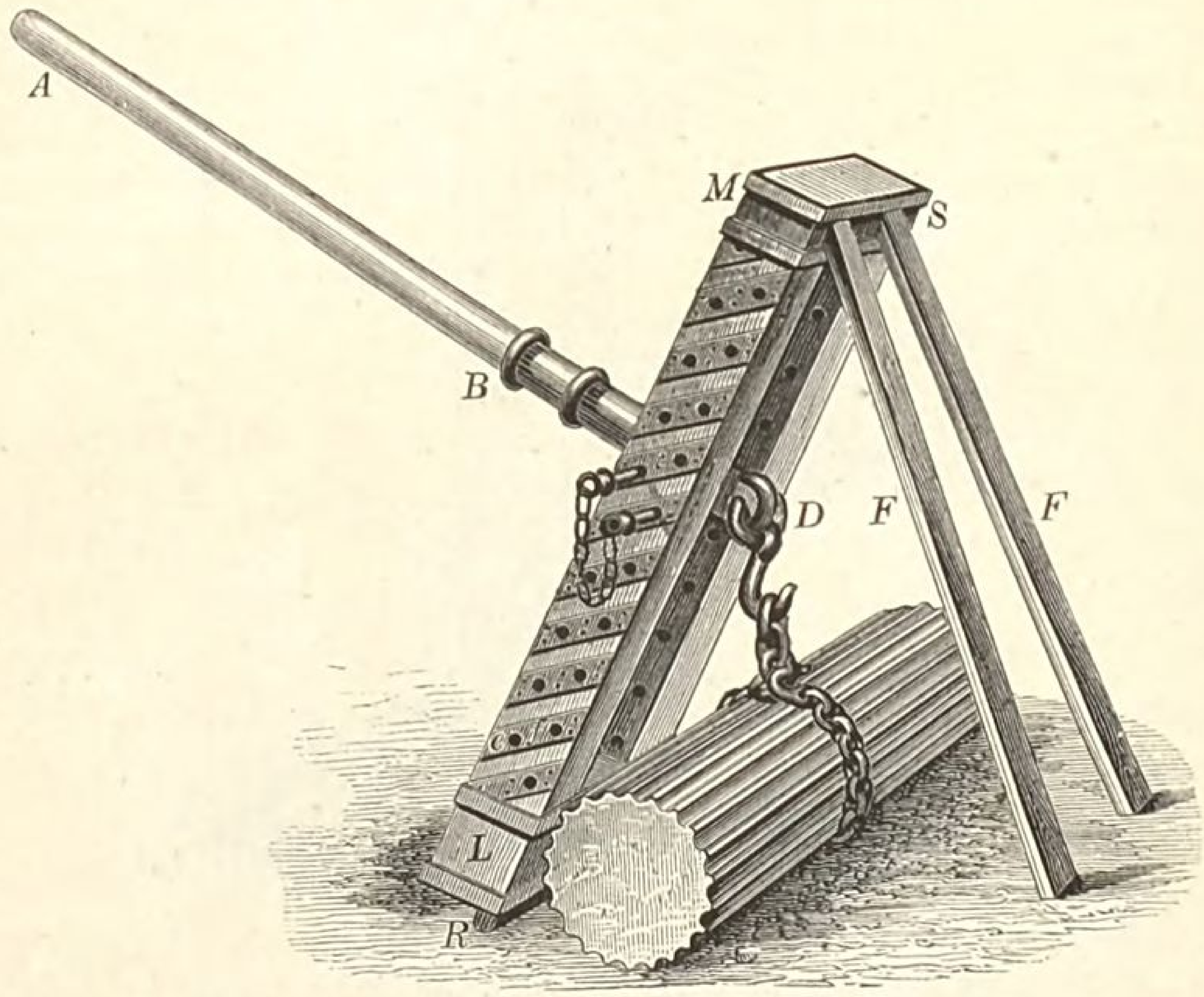
Hier ist ABD der wirksame Hebel, dessen veränderliche Drehpunkte man durch zwei Bolzen bildet, welche man in geeignete Löcher steckt. Diese Löcher sind rechtwinklig und gehörig correspondirend durch ein Paar starke Pfosten

1) Theatrum Machinarum (Hebzeuge) S. 75 ff.

2) A. a. O. (Note voriger Seite).

L M gebohrt, zwischen denen der Hubhebel so hindurchreicht, wie die Abbildung erkennen lässt. Jedes Paar der neben einander liegenden Löcher befindet sich dabei in einer geraden Linie, die mit der Pfostenkante ungefähr einen Winkel von 45 Grad bildet. Ausserdem befindet sich jedes Loch mit

Fig. 21.



einem in der gegenüberstehenden Reihe (der zweiten Pfoste) in einerlei Horizontallinie. Dass die Aufstellung Stützen *F F S* erfordert, ist selbstverständlich.

Beim Arbeiten mit dieser Maschine lässt man erst den vorderen, dann den hinteren Bolzen und so abwechselnd die Hebeldrehachse bilden. Ebenso ist es einleuchtend, dass durch diese geeignete Veränderung der Lage des Hebeldrehpunktes eine am Haken *D* des äussersten Hebelendes aufgehangene Last schliesslich auf die erforderliche (allerdings verhältnissmässig geringe) Höhe gebracht werden kann.

In der Regel erfordert diese kunstlose Maschine zwei Arbeiter zu ihrer Bedienung, deren einer die Bolzen einstecken und ausziehen muss, während der andere den Hebelarm *A B* niederhält.

Mittelst der in Fig. 22 abgebildeten Anordnung, welche zugleich als dritte Gattung der beachtenswerthesten Hebladen betrachtet werden kann, kann die betreffende Arbeit durch einen einzigen Menschen ausgeführt werden.

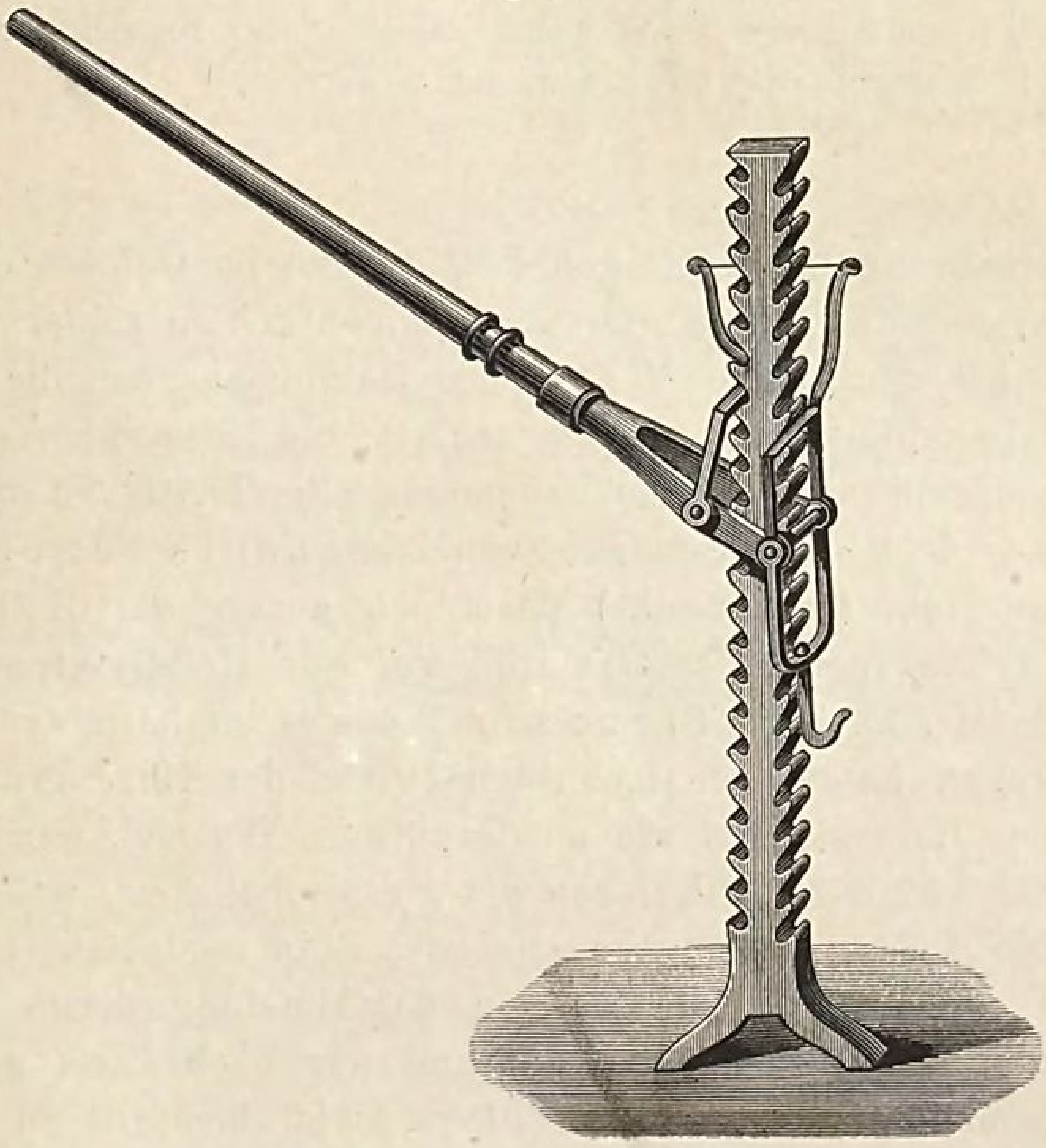
Leupold beschreibt auch diese Maschine[1]) unter der Rubrik „Ganz eiserne Heblade“, dabei bemerkend, dass sie zuerst 1617 in Frankreich

1) A. a. O. „Hebzeuge“, S. 77.

bekannt geworden sei[1]) und deshalb auch die „französische Heblade" genannt werde.

Man erkennt bald, dass hier die abwechselnden Orte der Hebeldrehpunkte durch die Einschnitte einer (sägeartig) auf zwei gegenüberliegenden Seiten ver-

Fig. 22.



zahnten und senkrecht stehenden Stange gebildet werden, dass sich ferner die Hebeldrehbolzen in dem vorderen gabelförmigen Theile des Hebels befinden und diese Drehbolzen sich mittelst zweier nach oben gerichteter Bügel immer höher und höher in die Zahnlücken der aufrecht stehenden Stange einlegen. Zwei mit dem gabelförmigen Theile des Hebels verbundene Stahlfedern, die man oberhalb mittelst eines Drahtes vereinigte, dienen zum selbstthätigen Einhängen oder Eindrücken der Bügelbolzen in die betreffenden Zahnlücken[2]).

Sowohl diese französische, wie die vorher beschriebene deutsche Heblade, führen den Nachtheil mit sich, dass sie die Last nicht bloss anheben,

1) Mémoires de Mathématique et Physique de l'Académie Royale des Sciences. Année 1617, p. 317, Pl. 13.

2) Im „Recueil des Machines" T. I, p. 3 findet man eine von dem Franzosen M. Perrault angegebene Heblade, wo die Hebeldrehpunkte ebenfalls abwechselnd in zwei gezahnte parallele Stangen greifen. An gedachter Stelle wird die Maschine genannt: „Cric d'équilibre pour élever des fardeaux". Später wurde dieser Mechanismus als „Einklinkung mit Klinkzähnen und Klinkhaken", auch

sondern beim nachher erforderlichen Aufsteigen des Kraftangriffspunktes wieder etwas niederlassen. Von diesem Mangel ist die zuerst besprochene Heblade (Fig. 20) frei.

Als eine vierte Gattung (bemerkenswerther) Hebladen ist die zu betrachten, welche Bd. 1, S. 276, Fig. 174 mit *abck* bezeichnet und dort in einer Zusammenstellung besprochen wurde, welche man unter dem Namen „Waldteufel" zum Ausreissen von ganzen Bäumen oder sogenannter Stuken (Stöcken) noch gegenwärtig hin und wieder verwendet.

So reich an hochwichtigen Erfindungen im Gebiete des Maschinenwesens das 18. Jahrhundert, namentlich in seiner zweiten Hälfte, auch war (wo die Watt'sche Dampfmaschine, die Baumwollspinnmaschinen, die Cylindergebläse, die Eisenwalzwerke etc. gewaltige Hebel zum Emporblühen industrieller Thätigkeit wurden), so vermag doch die Geschichte von besonders bemerkenswerthen Heb- (oder Senk-) Maschinen ausser der Hebung[1]) und dem Transporte des Granitblockes zur Reiterstatue Peters des Grossen (Bd. 3, S. 8) nur sehr Weniges zu berichten.

Dagegen findet sich im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts ein ebenso interessantes wie mustergültiges Beispiel, nämlich die Abhebung und das Niederlegen des Syenitobelisken, welcher bis zum Jahre 1831 vor dem Eingange des Ruinenpalastes zu Luxor am Nile, etwa 800 Kilometer von der Mündung dieses Flusses stromaufwärts gestanden hatte[2]) und der nach Paris geschafft wurde, um dort als Zierde des Place de la Concorde zu dienen. Dieser Platz, auf welchem Ludwig der XVI. am 31. Januar 1793 ausgelitten hat, wurde bekanntlich von 1830 ab durch den Architekten Hittorf (einem Deutschen von Abkunft) zu einem der schönsten öffentlichen Plätze der civilisirten Welt umgeschaffen, wo-

als Aufziehvorrichtung für Wasserradschützen, in Anwendung gebracht. Man sehe deshalb Salzenberg's „Vorträge über Maschinenbau", Berlin 1842, S. 321.

Ueber noch andere Hebladen (älterer Construction) berichtet Lempe a. a. O. S. 109 ff.

Ueber Einklinkmechanismen durch Friction (nach Saladin in Mühlhausen) wurde Bd. 2, S. 385 (Note 4) berichtet.

1) Carburi bediente sich hierbei nach Borgnis „Traité complet de Mécanique, Mouvemens des Fardeaux", p. 67, §. 107 auch (zum ersten Abheben des enormen Granitblockes) zwölf kräftiger Schrauben, von denen jede circa 125000 metrischen Pfunden oder 62500 Kilogrammen Widerstand zu leisten hatte.

2) Ersch und Gruber, Encyklopädie, Artikel „Obelisk" S. 32 ff.

bei der Obelisk den Centralpunkt des ganzen Anordnungssystems bildet [1]).

Die allerwichtigste Aufgabe, welche hierbei überhaupt gelöst werden musste, war der Act des Niederlegens des Obelisken an seinem ursprünglichen Standorte in Luxor, da hier nur wenig civilisirte Menschen zur Hand waren und ebenso wenig eine beliebig grosse Zahl mechanischer Hülfsmittel zu Gebote standen, alles völlig verschieden von den günstigen Verhältnissen, unter welchen nachher die Aufrichtung des Monolithen in Paris ausgeführt werden konnte.

Beim Umlegen des Obelisken hatte man besonders zwei Hauptschwierigkeiten zu bekämpfen, nämlich erstens das immer grösser werdende Drehmoment des um eine künstlich und verständig angeordnete Achse A (wie um ein Gelenk) drehbar gemachten Körpers AG (Fig. 23), wenn sich durch Ziehen an Seilen B (unter Mitwirkung einiger Erdwinden) die durch den Schwerpunkt G gezogene Verticale mehr und mehr von A entfernt und zweitens die ungleichen Zugkräfte von acht Matrosen (die als civilisirte Arbeiter allein zu Gebote standen) gleichmässig über die verschiedenen Seile zu vertheilen.

1) Man sehe hierüber Förster's „Allgemeine Bauzeitung", Jahrg. 1844, S. 316, eine ausführliche (mit Abbildungen begleitete) Abhandlung unter dem Titel: „Die Verschönerungsarbeiten des Concordiaplatzes und der elyseischen Felder zu Paris". Hieraus dürften folgende Stellen für gegenwärtige Zwecke von Interesse sein:

„Im Jahre 1829 machte der damalige Pascha von Aegypten, Mehemed Ali, der französischen Regierung mit dem Obelisken von Luxor, der den gedachten Concordienplatz in Paris zieren sollte und daher nach Paris geschafft werden musste, ein Geschenk. Ein zu gedachtem Zwecke erbautes Schiff hatte den Obelisken an Ort und Stelle aufzunehmen, den Nil herab bis Alexandria zu führen, um von da ab durch den französischen Regierungsdampfer „Sphinx" ins Schlepptau genommen, durch die Meerenge von Gibraltar geführt zu werden und am 13. September 1833 in Havre einlaufen zu können. In Rouen musste das Schiff entmastet und der Plattbord abgeschnitten werden, um die Brücken der Seine passiren zu können, auf welchem Flusse man es mittelst Pferden hinaufzog. Am 23. December legte das Schiff nahe der Concordiabrücke an, und am 8. Juli 1834 wurde der Obelisk auf dem Quai de la Conférence ausgeladen, wo er bis zum 25. October 1836 liegen blieb, an welchem Tage man ihn auf sein neues Piedestal stellte".

Die Seite der untersten quadratischen Basis des prächtigen mit Hieroglyphen verzierten Obelisken hat 2,42 Meter Seite, während die oberste quadratische Endfläche 1,54 Meter Seite hat, der Abstand beider Basen 21,60 Meter beträgt und über der kleinsten (obersten) Basis sich noch ein Pyramidion von 1,20 Meter Höhe erhebt. Die Totalhöhe des Obelisken (ohne Piedestal) beträgt hiernach 22,80 Meter. Sein Totalgewicht wird zu 231000 Kilogramm (beim specifischen Gewichte 2,75 der Masse) angegeben.

Vorstehende Angaben sind Armengaud's „Publication Industrielle", Tome 18, p. 192 entlehnt. Noch ausführlicher berichtet Delaunay in seinem „Cours élémentaire de mécanique" §. 143 ff.

Das erste der genannten Uebel bekämpfte man sehr glücklich durch Anwendung eines aus acht Balken *DD* (Fig. 24) (vier auf jeder Seite des Obelisken) und entsprechenden Querhölzern gebildeten Rahmens, der um seine untere Kante *R* drehbar gemacht war, während man ihn oben durch Seile

Fig. 23.

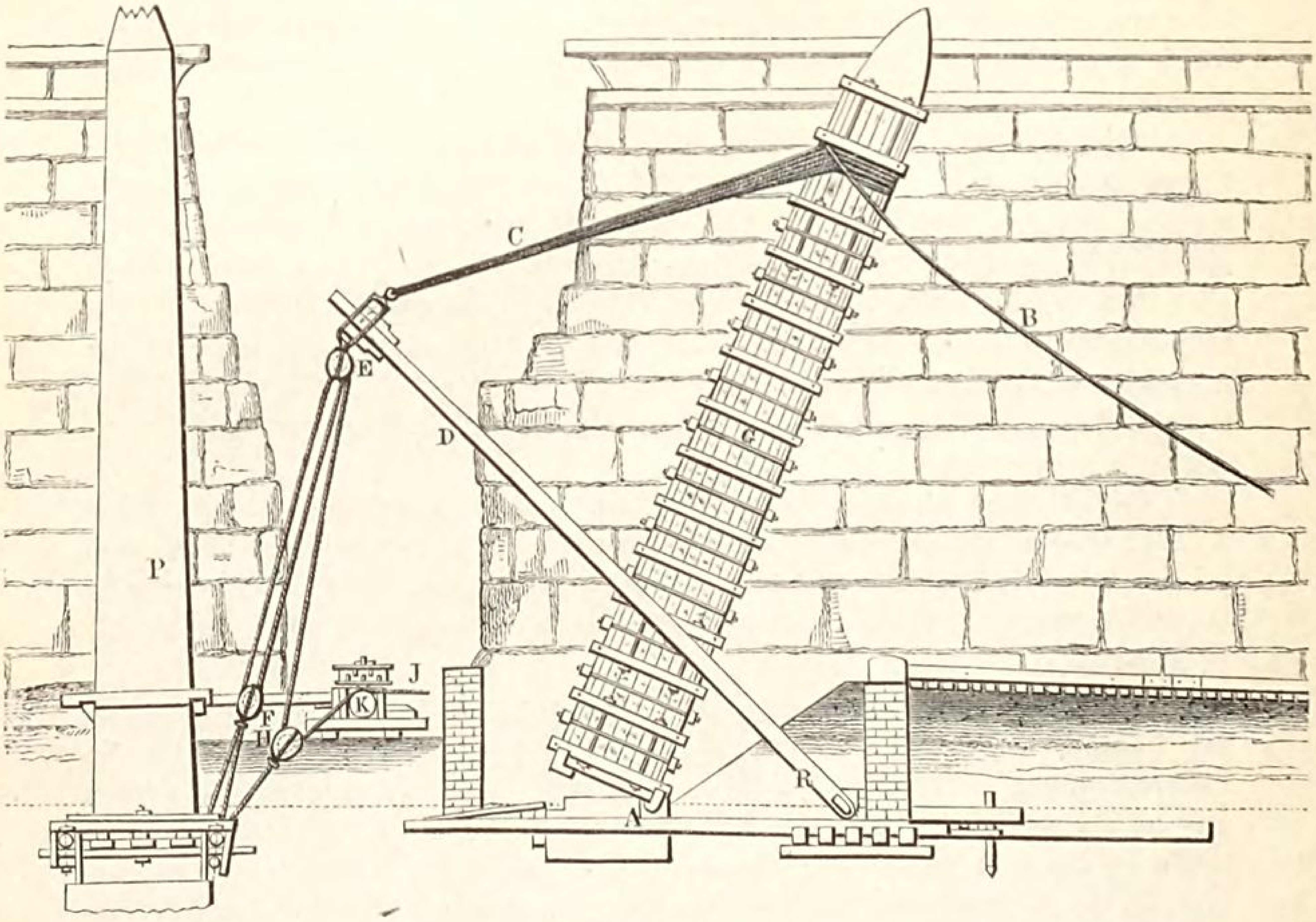
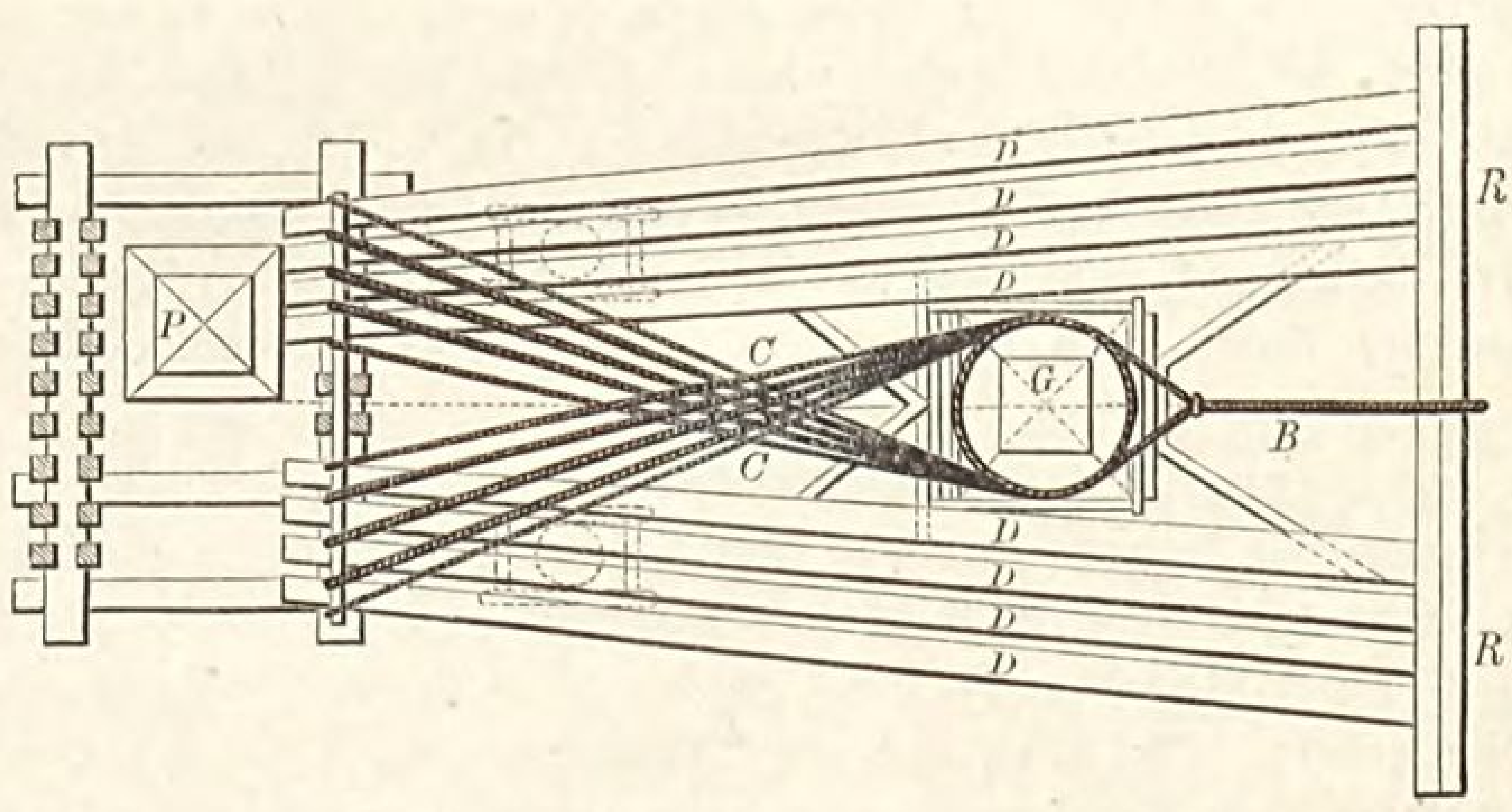


Fig. 24.



(Taue) *C* mit dem Obelisken so verbunden hatte, wie dies namentlich aus Fig. 24 erhellt. Während hierbei die Länge der Seile *C*, oder die Entfernung des Rahmenendes *E* von dem oberen Ende des Obelisken stets constant bleibt und die Seile *C* sich fortwährend in grosser Entfernung von der Umdrehungs-

achse des Obelisken befinden, bleiben auch die Seile von Flaschenzügen EF, woran die operirenden Zugkräfte wirken, ebenfalls in bedeutender Entfernung von der Umdrehkante R des Rahmenwerkes DD, so dass die Flaschenzüge keinen so enormen und immer wachsenden Widerstand zu bekämpfen haben, als dies der Fall sein würde, wenn man die Flaschenzüge EF direct am oberen Ende des Obelisken angebracht hätte.

Zum weiteren Verständnisse sei nun bemerkt, dass, entsprechend den acht zur Disposition stehenden französischen (zuverlässigen) Matrosen, auch acht Flaschenzüge EF angeordnet waren. Jeder einzelne Flaschenzug bestand aus drei losen und drei festen Rollen, so dass zwischen je zwei Flaschen sechs (parallele) Seile gespannt werden konnten.

Es lässt sich nun zeigen, dass der grösste Werth des Widerstandes, welcher in den verschiedenen Lagen des Obelisken bei E (an der Angriffskante aller acht Flaschenzüge) auftreten konnte, nahezu 111200 Kilogramm betrug [1]), so dass ein Flaschenzug eine Gesammtspannung von $\frac{111200}{8} = 13900$ Kilogramm zu erleiden hatte. Hiernach war der grösste Spannungswerth des von der letzten festen Rolle eines Flaschenzuges kommenden Seiles $\frac{13900}{6} = 2316^2/_3$ Kilogramm.

Bemerkt zu werden verdient noch, dass die unteren Flaschen F jedes Flaschenzuges, so wie Leitrollen H, an der Basis eines zweiten Obelisken P befestigt wurden, welcher auf der anderen Seite des Palasteinganges in gehörig fester Stellung vorhanden war.

Von den Leitrollen H wurden die Seile erst auf eine um ihre geometrische Achse drehbare (in festen Lagern laufende) Walze K (Fig. 25) und dann über unbewegliche (weder drehbare noch verschiebbare) Rundhölzer (Mastbäume, Kreiscylinder) L und N geschlungen. Hierbei mussten die acht Seile (örtlicher Verhältnisse wegen) zugleich ihre Richtung so verändern, wie aus Fig. 25 erhellt, indem man in einem festen Rahmen M beziehungsweise acht Leitrollen angebracht hatte.

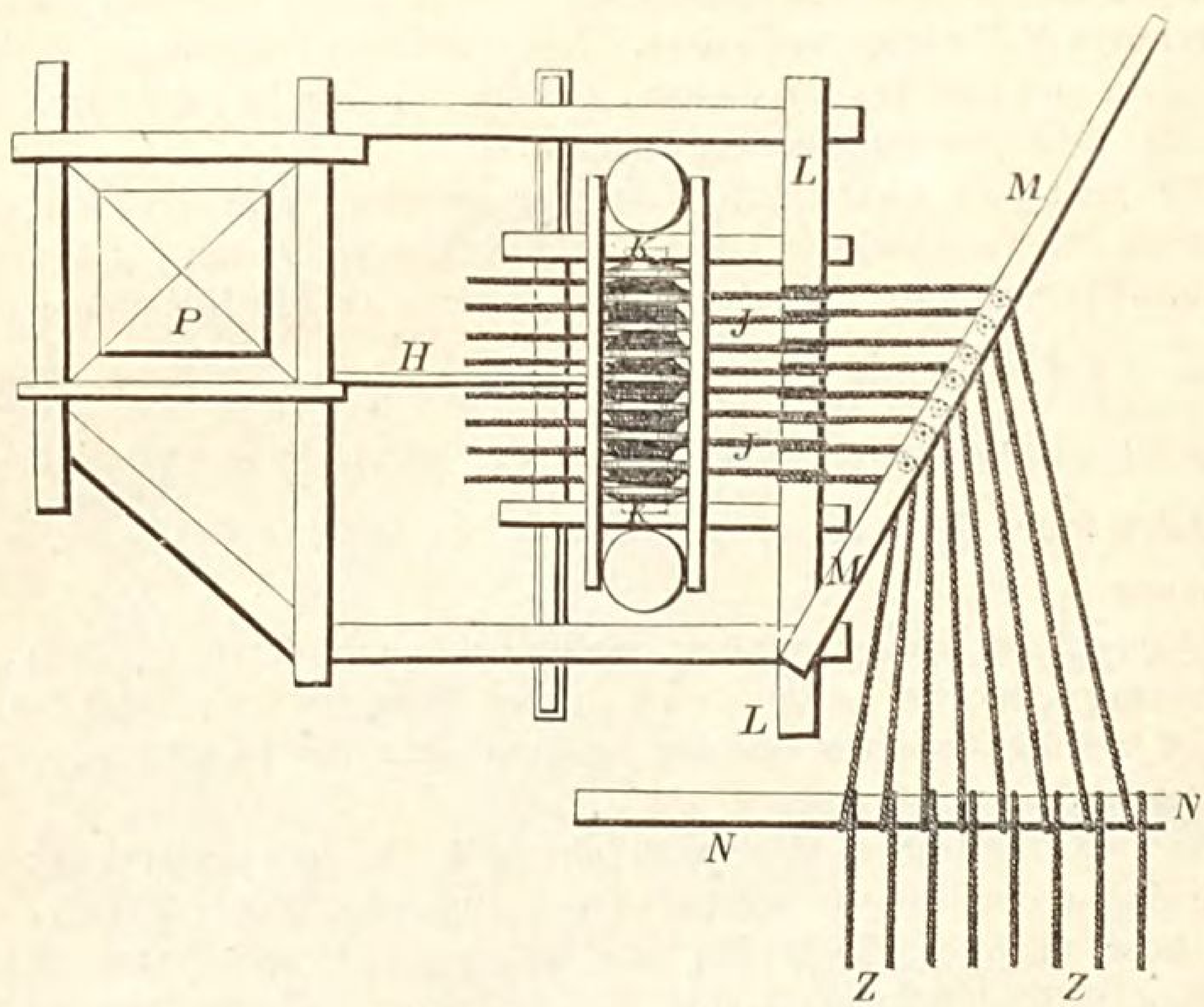
Zufolge der Reibung, welche die Seile in den Umfängen der Mastbäume L und N (entsprechend dem mehrmaligen Umschlingen) erfuhren, verminderte sich die zum Halten der freien Enden ZZ erforderliche Kraft bis auf circa $^1/_{150}$ der Spannung, welche in jedem der von der Walze K kommenden Seile herrschte, so dass jeder der hier wirksamen Arbeiter mit nicht mehr als $\frac{2316,6}{150} = 15,4$ oder in runder Zahl etwa mit $15^1/_2$ Kilogramm das betreffende Seilende zu halten hatte, um das kolossale Gewicht [2]) des Obelisken zu keiner nachtheiligen Wirkung kommen, sondern das Niedersinken in völlig gleichförmiger Bewegung erfolgen zu lassen.

1) Moll: „Die reine und angewandte Elementar-Mechanik". Zum Theil auf Grundlage von Delaunay's „Cours élémentaire de mécanique" bearbeitet. Braunschweig 1854, S. 124. Ferner unter Benutzung derselben Quelle in Bauschinger's „Schule der Mechanik". München 1861, S. 277, §. 164.

2) 231000 Kilogramm.

Die zweite der vorher hervorgehobenen höchst sinnreichen Anordnungen, um bei ungleicher Grösse (veränderlichem Zuge) der an den Seilenden *ZZ* wirksamen Kräfte dennoch eine immer gleiche Spannung auf die Flaschenzüge zu übertragen, besteht in der Einschaltung der bereits erwähnten (aus einem Systeme abgestumpfter Kegel gebildeten) Walze *KK*. Jedes der acht Seile war

Fig. 25.



zweimal um den Umfang dieser Walze geschlungen, wodurch ein so grosser Reibungswiderstand erzeugt wurde, dass die Seile auf der Walze nicht gleiten konnten, letztere vielmehr nur in eine solche Drehung versetzt wurde, dass sich stets gleiche Seilstücke abwickelten, folglich auch die Spannungen in den acht Seilen von der Walze *KK* aus (nach den Flaschenzügen hin) während des ganzen Actes der Niederlegung dieselben blieben.

Durch die kegelförmige Gestalt der einzelnen Wellstücken wird veranlasst, dass sich die Seile (jedes für sich in der betreffenden Rinne) immer auf einem dickeren Kegeltheile auf- und von einem dünneren abwickeln. Wären die acht Abtheilungen cylindrisch gewesen, so würden sich die einzelnen Seilwindungen neben einander gelegt haben und in der Längenrichtung des Cylinders derartig fortgerückt sein, dass sie nach längerer Drehung an einem seiner Enden angekommen sein würden, was offenbar dem Fortgange der Operation hätte schaden können.

Durch sämmtliche sinnreiche Anordnungen wurde es möglich, das Umlegen in der verhältnissmässig sehr kurzen Zeit von 25 Minuten auszuführen.

Zum Aufrichten des Obelisken in Paris[1]) bediente man sich derselben

1) Abbildungen hiervon in Armengaud's „Publication Industrielle", Vol. 18, Pl. 17, Fig. 7.

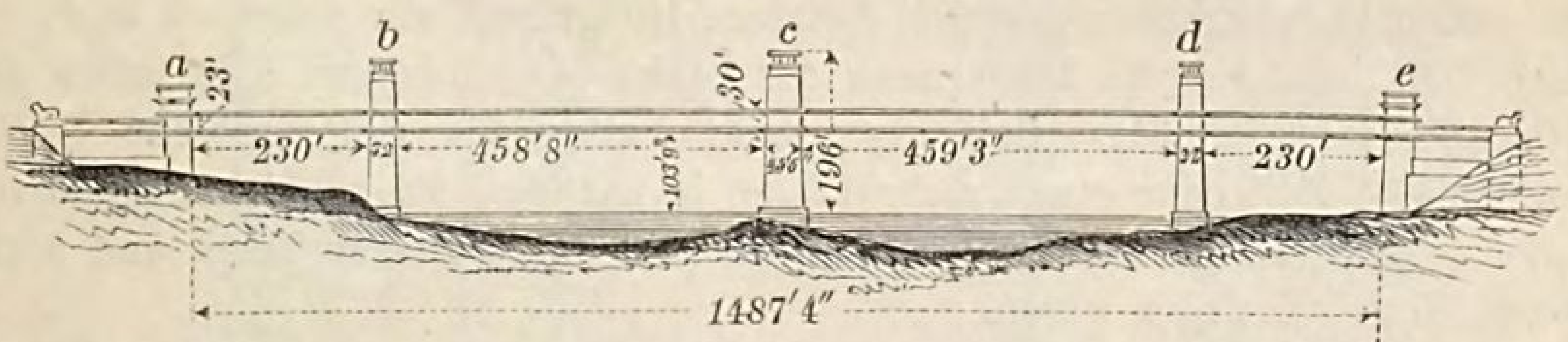
Mittel, wie beim Niederlassen, jedoch mit der Veränderung, dass man die von den acht Flaschenzügen kommenden Seile nicht um feste Rundbäume *L L* und *N N* (Fig. 25) schlang, sondern auf Wellen geeigneter Erdwinden leitete.

Vergleicht man die sämmtlichen beim Luxor-Obelisken überhaupt verrichteten Arbeiten mit den gewaltigen Vorbereitungen und Operationen beim Niederlassen und Aufrichten des Vatican-Obelisken, so ist der eminente Fortschritt in der Anwendung rationeller Mechanik auf das Maschinenwesen unverkennbar. Der Name des Mannes, welcher die Idee zu den betreffenden Anordnungen und Vorrichtungen beim Luxor-Obelisken gegeben hatte, der französische Marine-Ingenieur Mimerel, verdient daher in dem Geschichtsbuche des Transport-Maschinenwesens recht wohl verzeichnet zu werden.

Zu den interessantesten und bedeutsamsten neueren Beispielen des Hebens kolossaler Lasten auf verhältnissmässig grosse Höhen gehört das Emporbringen der Eisenblechkästen der bereits Bd. 1, S. 3 erwähnten Stephenson'schen Röhrenbrücke der Menai-Straits, wodurch über diesen Meeresarm die Bangor-Holyhead-Eisenbahn geführt wird [1]). Hierbei machte man von der hydraulischen Presse erfolgreichen Gebrauch, indem das gewaltige Gewicht einer Röhre von 1914 Tons oder von fast 2 Millionen Kilogramm, welches auf über 100 Fuss (einige 30 Meter) Höhe

1) Mit nachstehender Skizze (Fig. 26) notiren wir die Hauptlängenmaasse dieser interessanten und merkwürdigen eisernen Brücke, deren Idee und Ausführung man Robert Stephenson zu verdanken hat. Zwei ganz gleiche Röhren von rectangulärem Querschnitt (jede von 14 Fuss 8 Zoll engl. lichter

Fig. 26.



Weite), sind aus vier Theilen *ab*, *bc*, *cd* und *de* zusammengesetzt (zu einem Ganzen vereinigt). Jeder dieser Theile wurde für sich gehobeu und zwar, wie oben bemerkt, mittelst hydraulischer Pressen, welche man auf den betreffenden Pfeilern *a* bis *e* placirte.

Anfangs war es Absicht, gusseiserne Bogenbrücken zu bauen, welcher Plan jedoch aus Rücksicht auf die Schifffahrt nicht genehmigt wurde. Darauf kam man auf die Röhrenform, anfangs auf runde und elliptische Röhren, bis zuletzt, nach vielen im Grossen (unter Fairbairn's Mitwirkung) angestellten Versuchen, die rechteckige Röhrenform gewählt wurde. Die Höhe der Röhre nimmt von 23 Fuss an den Landpfeilern bis zu 30 Fuss nach der Brückenmitte hin zu. Ausführlich handelt über diese Brücke Clark in dem bereits Bd. 1, S. 4 citirten Werke „The Britannia and Conway Tubular-Bridges".

zu heben war, fast allen anderen mechanischen Hülfsmitteln Trotz bot.

Umstehende dem unten citirten Clark'schen Werke entlehnten Abbildungen (Fig. 27 und 28) zeigen das Innere eines der soweit hohl gebauten Brückenpfeiler, als dies erforderlich war, um die Röhren unterzubringen und so legen zu können, dass sie von Ketten gefasst werden konnten, an welchen man die Brückenröhren mit beiden Enden aufhing und emporhob. Um sowohl das Aufhängen als Heben der Ketten in entsprechender Weise bewirken zu können, placirte man in circa 40 Fuss Höhe über der Brückenbahn die hydraulischen Pressen auf starken eisernen Interimsträgern, die in Fig. 29 und 29a mit *A* und *P* bezeichnet sind.

Die Tragketten wurden beim Anheben am Pressbalken oder Querhaupte *H* der hydraulischen Presse *CJ* mittelst Klemmen *KK* befestigt oder gehalten, welche so unter die Ansätze der Kettengliederköpfe zu fassen vermochten, wie Fig. 30 und 31 erkennen lassen. In den Backen dieser Klemmen befanden sich die Muttern von Schrauben, deren jede mit Zahnrädervorgelege so in Verbindung gebracht war, wie aus den Abbildungen erhellt.

Auf jeder betreffenden Schraubenspindel waren ferner der Länge nach in der einen Hälfte rechte, in der anderen Hälfte linke Gewinde eingeschnitten, wodurch veranlasst wurde, dass, je nach der Umdrehrichtung der Spindeln, die Backen *KK* sich entweder gleichzeitig der Aufzugskette näherten und schliesslich unter die Ansätze *d* der betreffenden Köpfe *c* fassten (Fig. 31), oder dass sich die Backen von den Ketten entfernten und diese lossliessen. Damit bei letzterer Action die Ketten mit der angehängten Brückenlast nicht herabfielen, hatte man eine ganz gleiche Klemmvorrichtung auf der festen (unbeweglichen) Brücke *P* angebracht. Die Klemmen der letzteren Vorrichtung wurden daher allemal geschlossen oder angezogen, wenn der Hub von 6 Fuss der hydraulischen Presse vollendet, die Ketten mit der Röhre also auch ebenfalls um 6 Fuss gehoben waren. Letztere Hubgrösse war demnach auch zugleich das Maass für die Entfernung der beiden Augen *a* und *b* in jedem der Kettenglieder (Fig. 31). Beiläufig gesagt hatte jede Kettenschiene 7 Zoll Breite und 1 Zoll oder etwas mehr Dicke, je nachdem sie zu einem Satze von 8 oder 9 Gliedern gehörte, welche abwechselnd durch Bolzen bei *a* und *b* zur ganzen Kette vereinigt waren.

Zum Betriebe der zu den hydraulischen Pressen erforderlichen Druckpumpen diente eine 40pferdige Dampfmaschine. Die Durchmesser der Druckpumpenkolben betrugen 1 Zoll und mehr, die der Presskolben 20 Zoll. Die Zeit eines Presskolbenhubes von 6 Fuss Höhe betrug 30 bis 40 Minuten (Clark a. a. O. p. 614). Der Sicherheit wegen (beim Bersten der Pressen, Zerreissen der Ketten etc.) wurden die Röhrenenden gleich während ihres Aufsteigens untermauert.

Die erste grosse Röhre wurde im October 1849, die zweite im December desselben Jahres, die dritte im Juni 1850 und die vierte im August 1850 gehoben[1]).

1) Begonnen wurde der Britannia-Brückenbau im Mai 1846. Die Vollendung und Eröffnung der Brücke erfolgte am 5. März 1850. Die Kosten des ganzen Werkes werden zu 601865 Pfd. Sterling angegeben.

Fig. 27.

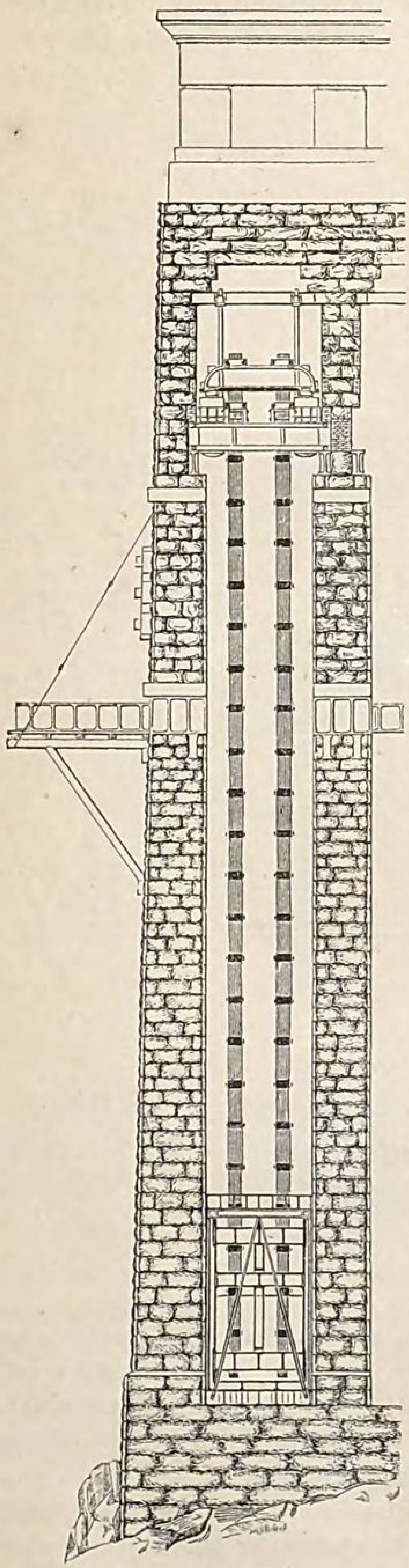
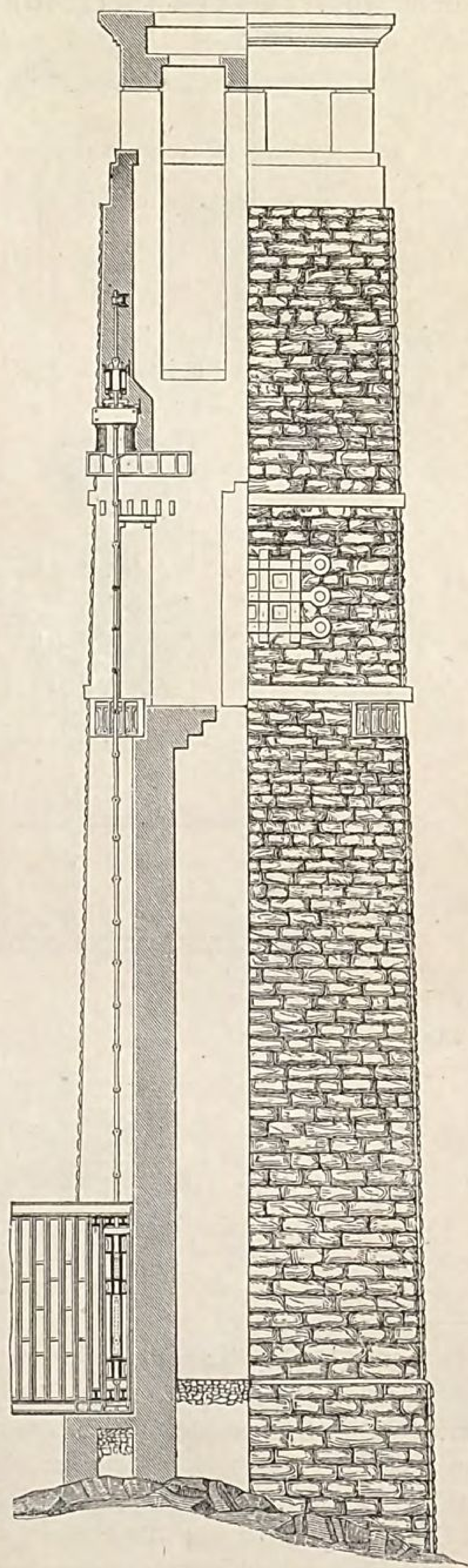


Fig. 28.



Um die Zeit des Entstehens der Britannia-Röhrenbrücke war es auch, wo Armstrong (1846) den ersten hydraulischen

Fig. 29.

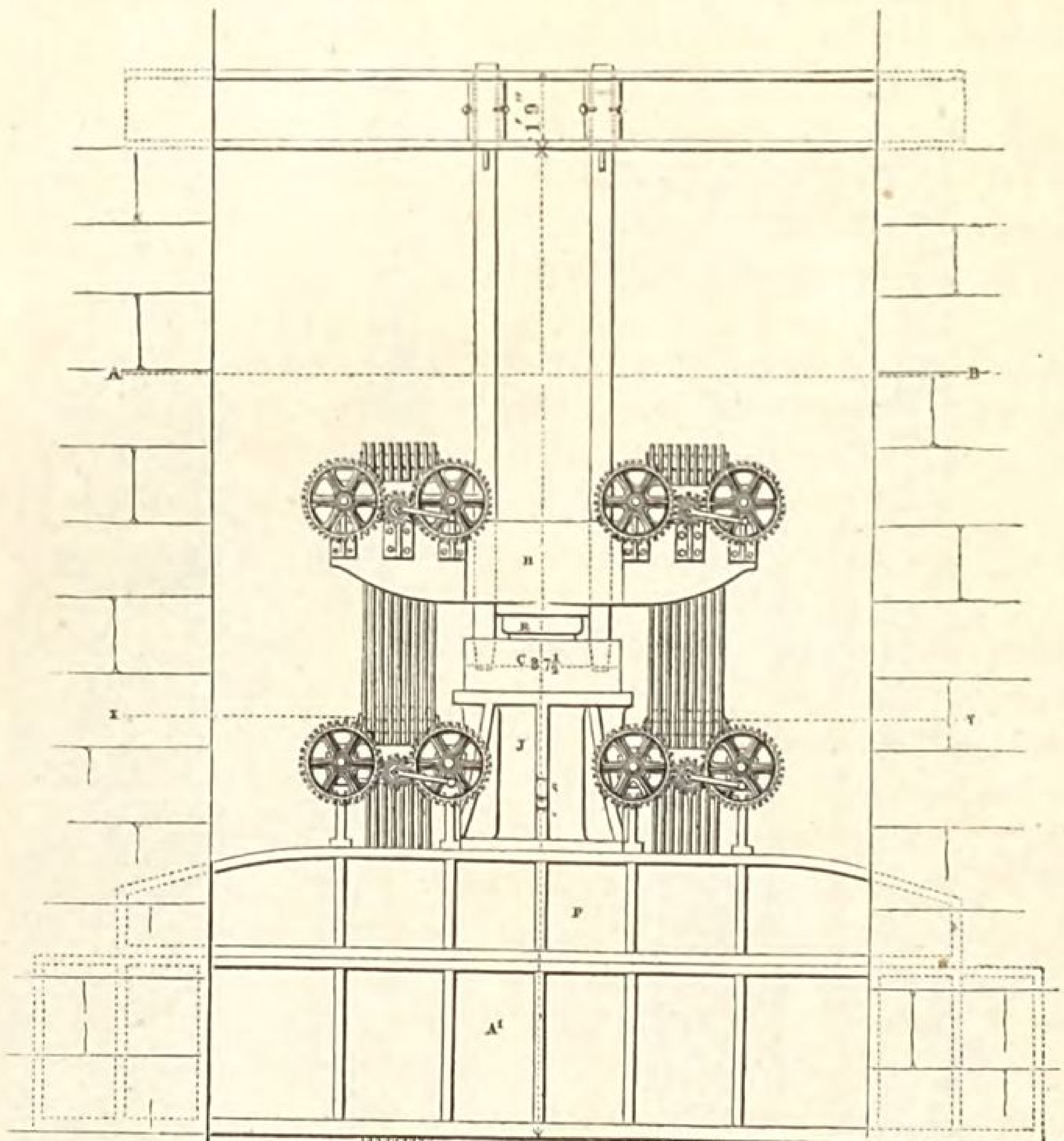
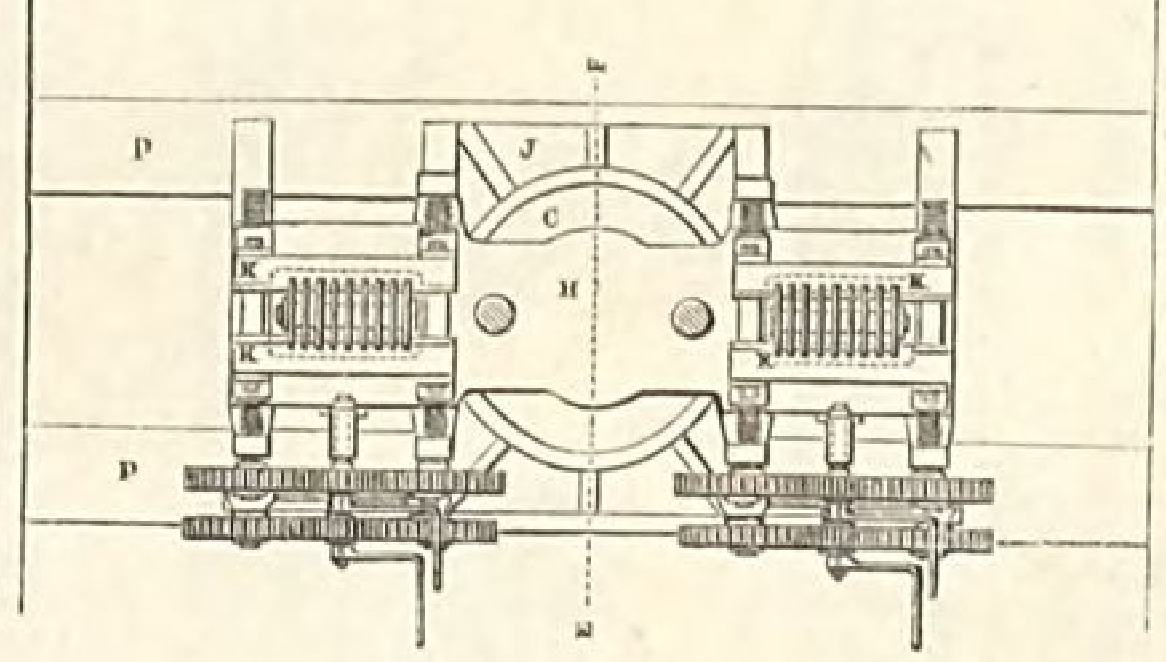


Fig. 29a.



Es werde hier die Gelegenheit benutzt, um auf eine harmlose Broschüre aufmerksam zu machen, welche über Geschichte und Bau der Britannia-Brücke, Construction der Röhren, deren Transport und Heben, in allgemein verständlicher Weise Auskunft giebt und betitelt ist: „The Tourists Guide to Britania-Bridge" by Thomas Jackson. London 1851 (Price on Shilling).

Ueber das Heben der Blechträger der Eisenbahnbrücke über den Niemen bei Kowno in Russland mittelst hydraulischer Pressen unter Mitbenutzung eigenthümlich construirter Schraubenwerk-Klemmen handelt der Ingenieur Bramer

Krahn am oberen Ende des Quais von Newcastle upon Tyne aufstellte und zur Wirkung brachte. Wir haben über dies in seiner Art bedeutsame Ereigniss bereits Bd. I, S. 360 (erste Auflage) und S. 448 (zweite Auflage) kurz berichtet, bemerken hier aber

Fig. 30.

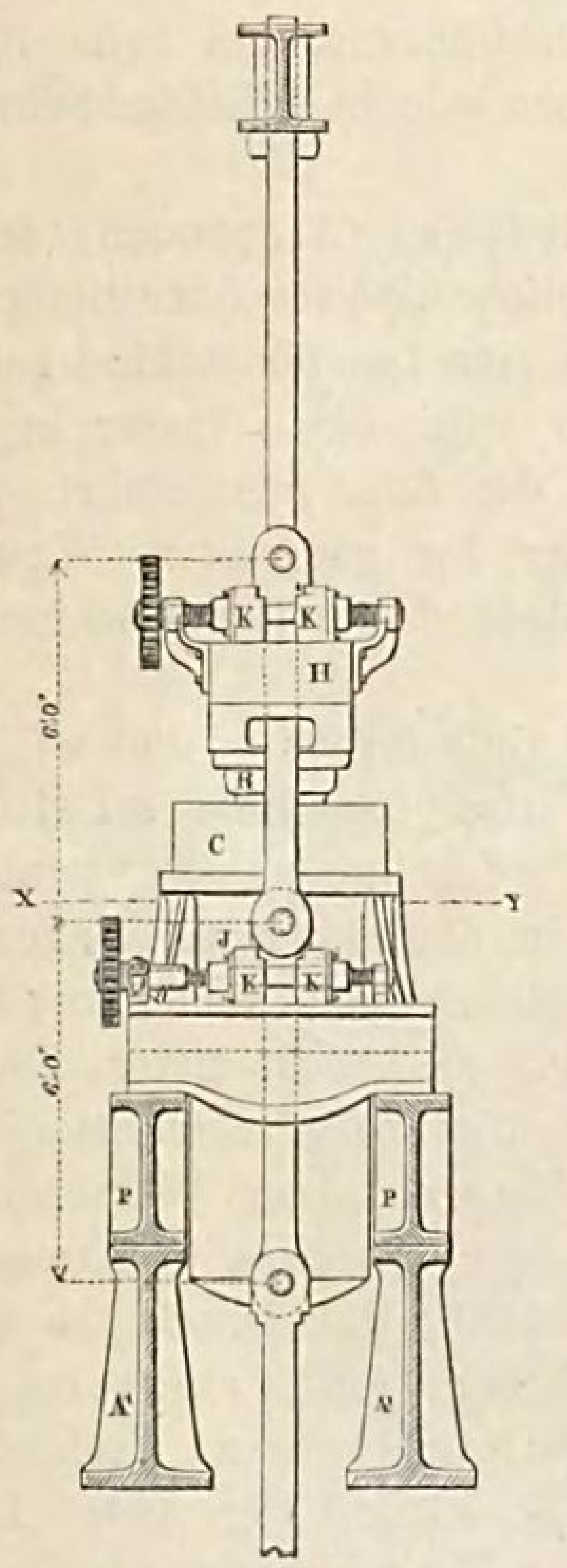
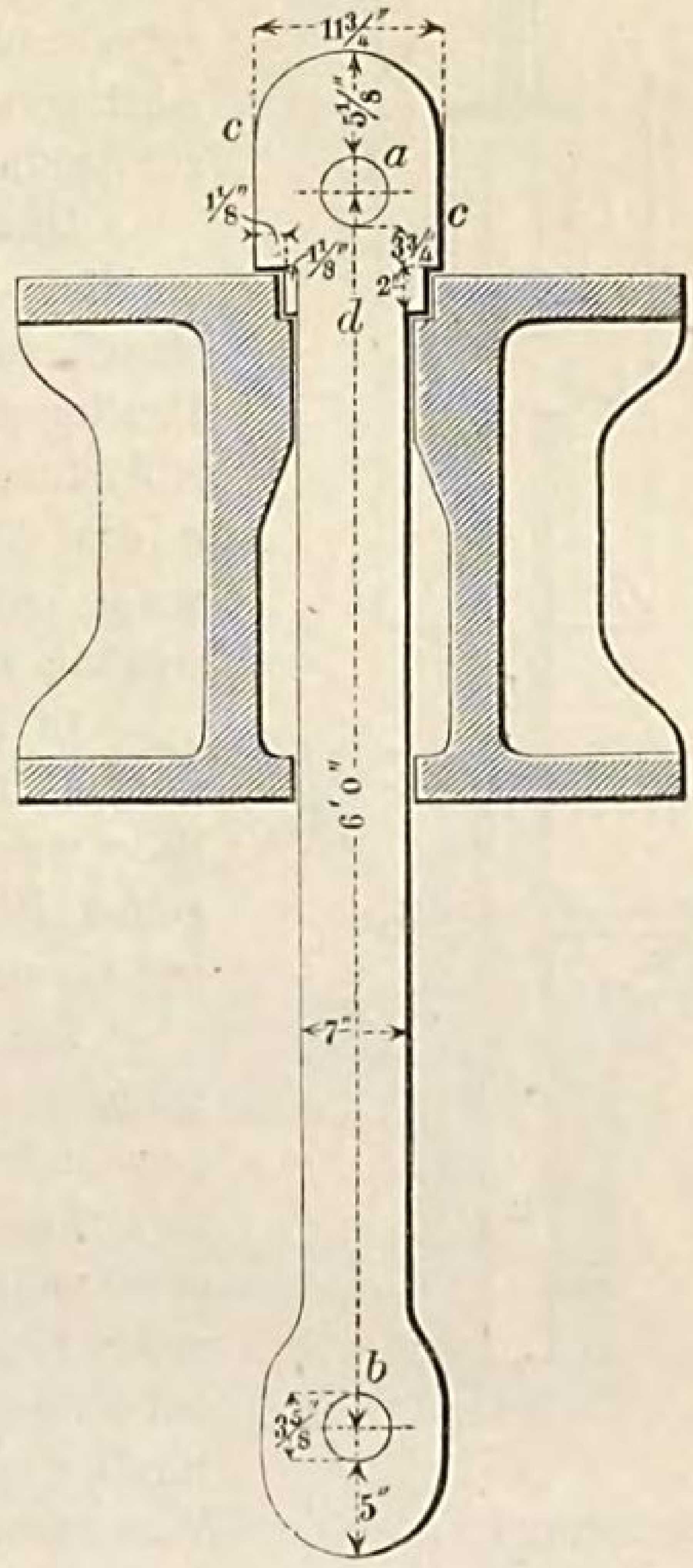


Fig. 31.



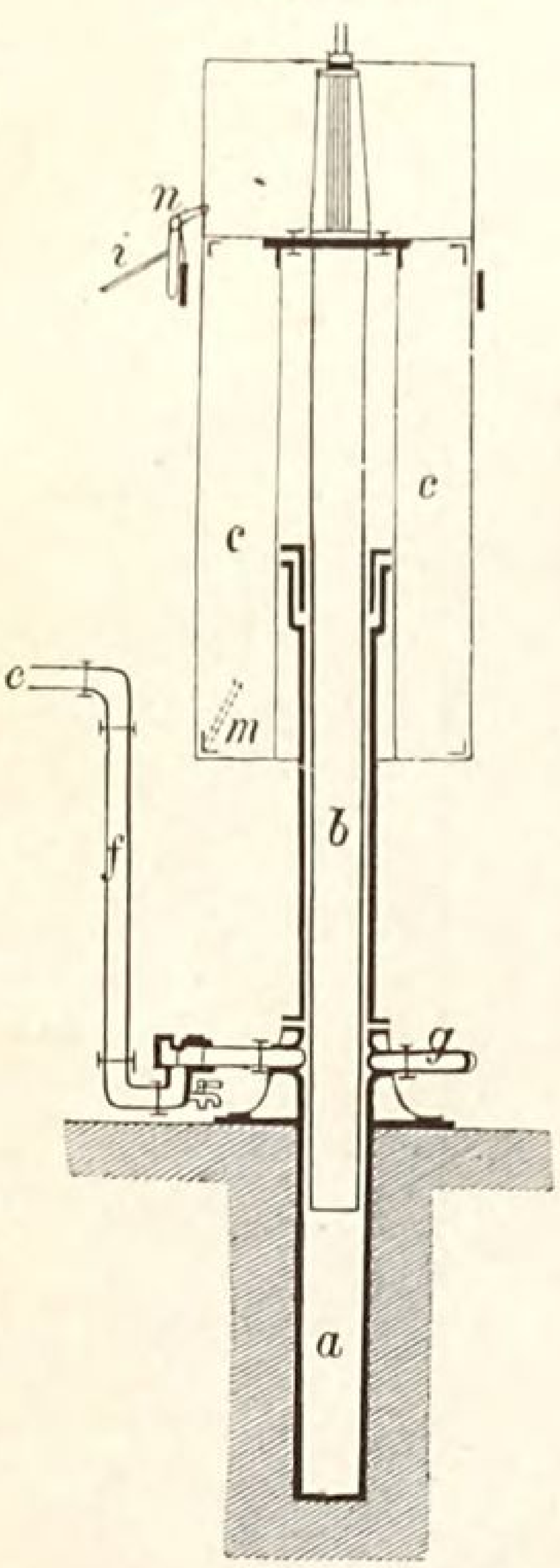
zunächst noch, dass die wichtigsten der betreffenden Maschinen hierher, in das Gebiet der zum Heben und Senken bestimmten mechanischen Anordnungen gehören.

Zweierlei Dinge charakterisiren im Wesentlichen diese Armstrong'schen Ortsveränderungsmaschinen, nämlich der ebenfalls schon Bd. 1, S. 360 (erste Auflage) und S. 448 (zweite Auflage), Note 2 und Bd. 2, S. 288 (erste Auflage) und S. 383 (zweite Auflage) besprochene Accumulator (Kraftsammler) und die Multiplication der Hubgrösse des Wassersäulen- (Wasserdruck-) Maschinenkolbens, durch entsprechend eingeschaltete Flaschenzüge.

in der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. IX (1863), S. 66.

Was den Accumulator betrifft, so ist dieser, wie auch Fig. 32 erkennen lässt, eigentlich nichts anderes als eine hydraulische Presse Bd. 2, S. 265 (erste Auflage) und S. 360 (zweite Auflage), aus Cylinder *a*, Presskolben *b* etc. bestehend, wobei man letzteren sehr bedeutend belastet, und mit ihm einen grossen hohlen Kasten *cc* verbindet, den man mit Gewichten beschwert [1]). Diesem Kasten *c* ertheilt man übrigens eine entsprechende Verticalführung, um beim Auf- und Absteigen desselben jede nachtheilige Schwankung zu verhindern.

Fig. 32.



Das zum Betriebe (Anspannen) des Accumulators erforderliche Speisewasser liefert in der Regel eine durch eine Dampfmaschine getriebene Druckpumpe und wird dies Wasser in unserer Abbildung durch das Rohr *f* zugeführt, während *g* das Abflussrohr des gepressten Wassers ist, womit man die betreffende Hebmaschine in Bewegung setzt.

In Fig. 32 sind ferner *m* und *ni* Vorrichtungen, um die Dampfmaschine selbstthätig in Ruhe zu setzen, wenn der Wasservorrath gross genug ist, oder in den Gang zu bringen, wenn der Accumulatorkolben seinen Niedergang beginnt.

Die Belastung des Accumulatorkolbens entsprach (bei den Armstrong'schen Anordnungen) gewöhnlich dem Drucke einer Wassersäule von 1500 Fuss engl., oder von circa 44 Atmosphären, oder endlich von $646^4/_5$ Pfd. Druck pro Quadratzoll. Einen einfachen, von Armstrong selbst entworfenen hydraulischen (freistehenden) Krahn zeigen Fig. 33 und Fig. 34 [2]). Derselbe ist so angeordnet, dass der Wasserdruck sowohl die senkrechte Auf- und Abwärtsbewegung einer Last, als auch die Drehung der Krahnsäule und mit ihr der Last bewirkt. Zum Heben oder Senken von Waaren, Gütern oder sonstigen Körpern, überhaupt zur Erzeugung der erforderlichen fortschreitenden, senkrechten Bewegung dient die Wassersäulen- oder Wasserdruckmaschine, deren Cylinder *a* das gepresste Wasser des Accumulators in geeigneter Weise zu-

1) Schon Brahma (Bd. 2, S. 267) soll 1802 seine hydraulische Presse zum Betriebe der Krahne an den Quais und Waarenhäusern Dublins in Anwendung gebracht haben. Man sehe hierüber besonders die Proceedings der Inst. of Mech. Engl. 1868, p. 40.

*) Entlehnt der Institution of Mechanical Engineers. Proceedings 1868, p. 21 unter dem Titel:

On the Transmission of Power by Water Pressure, with the Application to Railway Goods Stations, Forge and Foundry Cranes, and Blast Furnace Hoists. By Sir William G. Armstrong.

geführt wird. Mit der Stange *b* des betreffenden Druckkolbens ist die lose Flasche *c* eines Flaschenzuges verbunden, dessen correspondirende feste Flasche *f* ist. Ueber die Rollen dieses Flaschenzuges geht die am unbeweglichen Cylinder *a* befestigte Hubkette *d*, welche, wie aus der Abbildung erhellt, durch

Fig. 33.

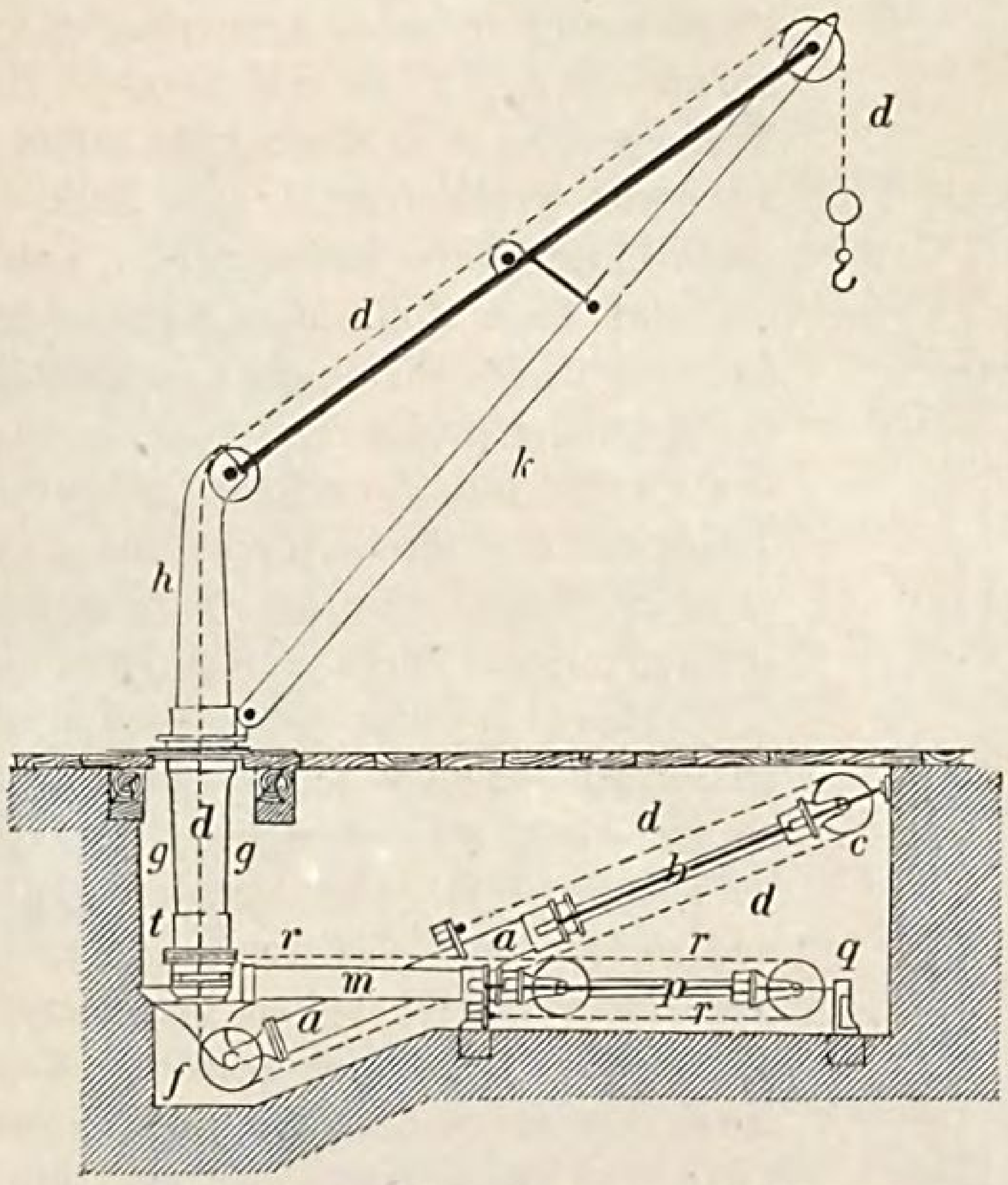
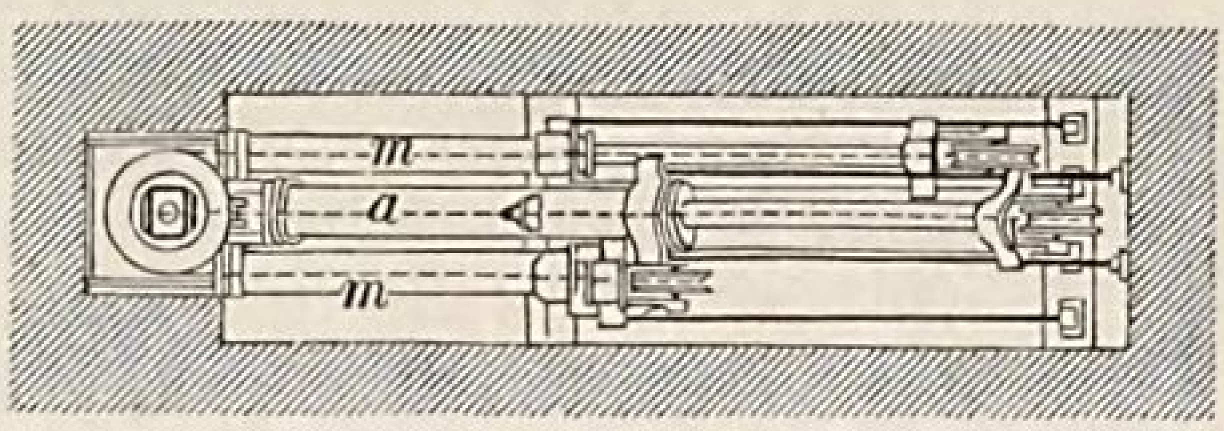


Fig. 34.

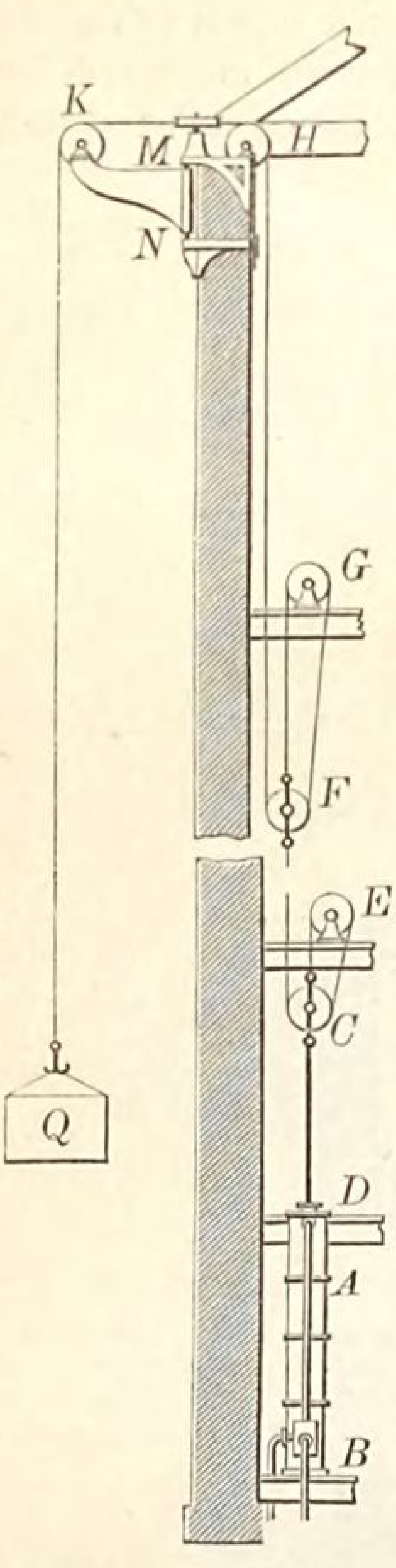


die hohle Krahnsäule *g h* geführt ist und endlich die feste Rolle am höchsten Punkte des Auslegers *k* passirt[1]).

Die Drehung der Krahnsäule *g h* wird durch zwei andere Wasserdruckmaschinen *m* bewirkt, deren Arbeitscylinder *m m* (Fig. 34) horizontal gelagert sind. Auch hier wird die Grösse des Kolbenhubes durch Einschaltung eines Flaschenzuges multiplicirt, dessen lose Flasche *q* am äussersten Ende *p* der Kolbenstange sitzt, während die feste Flasche mit dem festgelagerten Cylinder *m* verbunden ist. Die Drehkette *r* ist mit ihren beiden Enden oberhalb der Cylinder *m* befestigt und in geeigneter Weise sowohl über die Rollen des

1) In dem Fig. 33 gezeichneten speciellen Falle hat der Kolben der Wasserdruckmaschine *a* einen Durchmesser von $5^3/_4$ Zoll und 4 Fuss 8 Zoll Hub. Da der Flaschenzug *cf* vier parallele Ketten enthält, so wird der Kolbenhub viermal vergrössert, d. h. der Lasthub beträgt pro Kolbenspiel $18^2/_3$ Fuss.

Fig. 35.



Flaschenzuges als über eine Kettenscheibe *t* geschlagen, welche mit dem untersten Theile der Drehsäule *g* zu einem Ganzen verbunden[1]) ist. Das regelmässige Spiel der Wasserdruckmaschine wird durch Schiebersteuerungen mittelst Menschenhand bewirkt.

Einen für Waarenhäuser, Speicher und ähnliche Zwecke angeordneten Armstrong'schen Wasserdruckaufzug lässt Fig. 35 erkennen[2]). Hier ist *AB* der Treibcylinder, *CD* die Stange seines Arbeitskolbens, an deren Kopfe sowohl eine Rolle *C*, als auch das Ende eines Seiles befestigt ist. Letzteres ist zuerst um eine feste Rolle *E* und dann um *C* geführt, so dass der in der Richtung *AD* wirksame Wasserdruck die Spannung dreier Seilstücke erzeugt und der Weg des freien, von *C* nach *F* geführten Seilendes der dreifache des Treibkolbens in *AB* ist. In ganz gleicher Weise wird der Weg des Wasserdruckmaschinenkolbens durch den zweiten Flaschenzug *GF* multiplicirt, so dass schliesslich der Hub einer am äussersten Seilende aufgehangenen Last *Q* neunmal so gross ist, als der gleichzeitige Weg des Arbeitskolbens in *AB*. Die Anordnung der Leitrollen *H* und *K* an den höchsten Stellen, des Wandlagers *MN* etc. bedürfen keiner besonderen Erörterung.

Damit beim Hemmen der Krahnbewegungen, durch Absperren des unelastischen Kraftwassers, keine heftigen Stösse erfolgen (die Wirkung sogenannter hydraulischer Widder nicht auftritt), hat Armstrong sogenannte Entlastungsklappen (relief-valves oder relief-clacks) angeordnet, zu deren Verständniss Fig. 36 dient[3]), welche sowohl den bereits oben erwähnten zur Steuerung bestimmten Schieber

1) Der Kolbendurchmesser einer jeden der beiden zur Drehung der Krahnsäule bestimmten Wasserdruckmaschinen *mm* beträgt in unserem gezeichneten Beispiele 4 Zoll, während der Hub des Kolbens 3 Fuss 8 Zoll beträgt. Letzterer wird durch den Flaschenzug *qrt* verdoppelt, indem dieser zwei parallele Seile enthält.

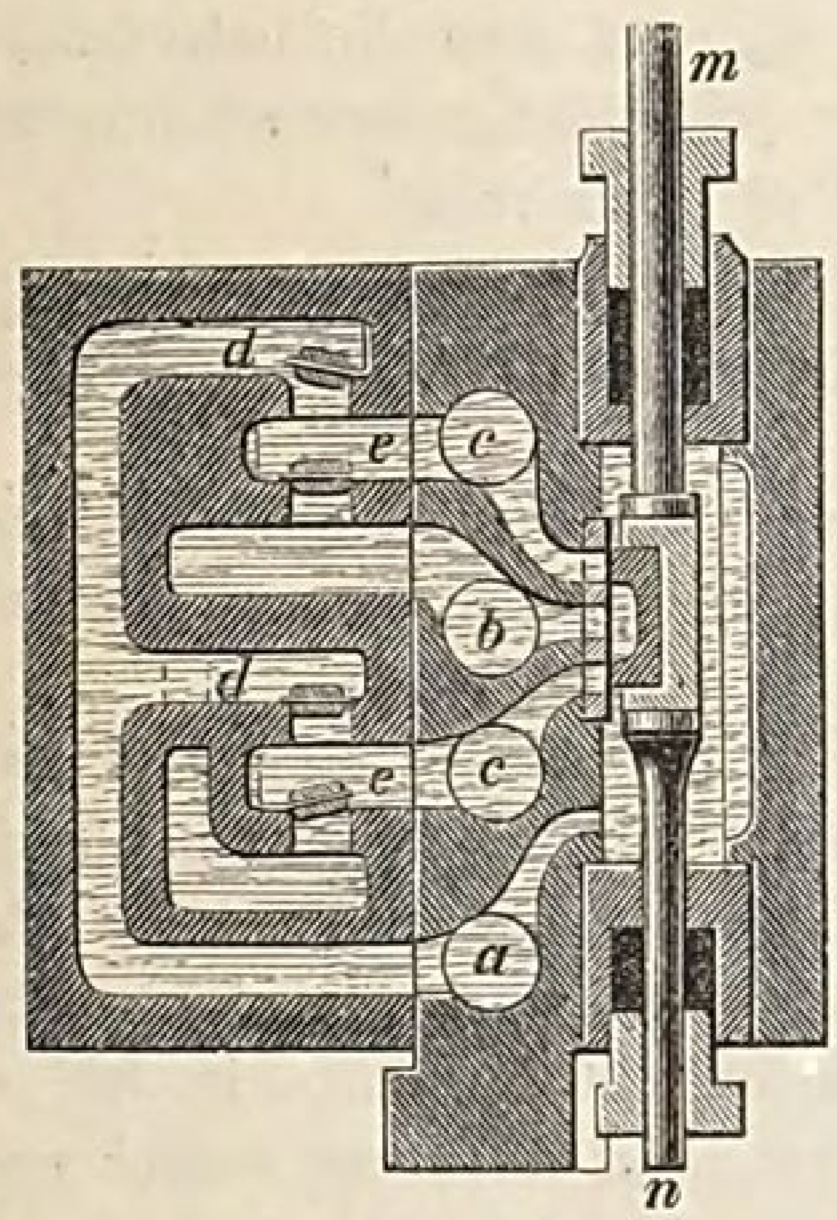
2) Die Skizze Fig. 35 ist einem kleinern (für angehende Techniker und Laien geschriebenen) englischen Werkchen entnommen, welches betitelt ist: „On the Construction of Cranes and other Machinery", by J. Glynn. London, Virtue Brothers.

Ausführlicher handelt über die älteren Armstrong'schen hydraulischen Krahne und über die anderen derartigen Aufzugsmaschinen ein Aufsatz des Verfassers im Notizblatte des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. 1 (1851—1852), S. 225 etc. Noch ausführlicher berichtet über Armstrong's hydraulische Hebevorrichtungen Tellkampf im Jahrgange 1857, S. 23 etc. derselben Zeitschrift.

3) Ausführlicher in Tellkampf's bereits citirtem Aufsatze im Jahrgange

mn, als auch die gedachten Entlastungsklappen *dd*, *ee* darstellt. Der Buchstabe *a* bezeichnet das Einmündungsrohr des Druckwassers, wogegen *b* zum Abflussrohre führt, während *cc* kurze Röhren andeuten, welche mit den Arbeitscylindern der Wasserdruckmaschinen communiciren. Zuerst erkennt man leicht, dass, zufolge geeigneter Stellung des Schiebers *mn*, immer je zwei und zwei der betreffenden Rohre mit einander in Verbindung zu bringen sind. Ebenso kann man dem Schieber *mn* eine solche Stellung geben, dass beide Röhrenmündungen *cc* vollständig abgeschlossen werden, in welchem Falle natürlich der Krahn in der augenblicklich angenommenen Lage verbleibt.

Fig. 36.



Was die bereits genannten Entlastungsklappen *dd* und *ee* anlangt, so öffnen sich erstere *dd* nach dem Druckrohre hin, wenn der Wasserdruck im Arbeitscylinder und im Rohre *c* durch plötzliches Anhalten der Bewegung grösser als im Druckrohre wird, während sich *ee* vom Abflussrohre *b* ab nach dem Rohre *c* hinein öffnen, sobald der Druck des abfliessenden Wassers (welches bis zu einer Cisterne hinaufgetrieben werden muss) grösser als der Druck im Cylinder wird, d. h. sobald Gefahr vorhanden ist, dass sich im Cylinder ein luftleerer Raum bilden könnte.

Die Entlastungsklappen bewirken es hiernach auch, dass durch ein plötzliches Abschliessen von (Steuerungs-) Schiebern, Ventilen oder Hähnen im Druckrohre keine ganz plötzliche Hemmung der einmal vorhandenen Bewegung des Krahnes hervorgerufen wird, sondern dass diese Hemmung erst nach und nach vor sich geht und zwar vermöge des Widerstandes, den dann das Druckwasser der Bewegung entgegensetzt. Auf diese Weise werden alle Stösse bei der Bewegung der Wasserdruckmaschine und des Krahnes vermieden und es erklärt sich hieraus, weshalb sich alle durch Wasserdruck bewegte und aufmerksam behandelte Aufzugsmaschinen ganz besonders durch sanften Gang auszeichnen[1]).

Bereits Bd. 1, S. 360 (erste Auflage) und Bd. 1, S. 448 (zweite Auflage) wurde erwähnt, dass A r m s t r o n g seine Wasserdruckmaschinen, unter Benutzung von Accumulatoren, auch zur Hervorbringung r o t i r e n d e r Bewegungen, zur Umdrehung von Wellen, in Anwendung brachte und das betreffende Ma-

1857 (Bd. III) der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, S. 32 ff. Ferner handelt über diese Entlastungsklappen A r m s t r o n g selbst in einem Artikel des Mech. Magaz. April 1859, und daraus D i n g l e r's Polytechn. Journal, Bd. 150 (1859), S. 175. Man sehe endlich auch Bd. 1, S. 360 (erste Auflage) und S. 448 (zweite Auflage) der Maschinenlehre.

1) Ueber neuere Armstrong'sche Steuerungsanordnungen berichtet der Erfinder selbst in dem bereits citirten Jahrg. 1868 der Institution of Mechanical Engineers, p. 2, pl. 26.

schinensystem u. A. zum Oeffnen und Schliessen von Schleussenthoren[1]), zur Umdrehung der Wellen von Ankerwinden, zur Bewegung der Steuer grosser Schiffe[2]) etc. benutzte.

Die betreffenden Anordnungen haben grosse Aehnlichkeit mit der einfach wirkenden (zweicylindrigen) um die Mitte ihrer Cylinder schwingenden Dampfmaschinen[3]).

Die Fig. 37 und 38[4]) stellen eine solche Armstrong'sche und zwar dreicylindrige Wasserdruckmaschine dar, wovon jedoch (der Raumersparniss wegen) nur einer der drei Cylinder gezeichnet wurde, während man die betreffenden drei unter Winkeln von 120 Grad gegen einander gestellte Krummzapfenwarzen (an einer und derselben Welle *d*) mit *c*, c^2 und c^3 bezeichnete.

Einer der drei Kolbencylinder *a* wurde dabei in zwei verschiedenen Lagen abgebildet, um die hier benutzte Schiebersteuerung verständlich machen zu können.

Die Cylinder *a* sind mit sogenannten Plungerkolben (glatt abgedreht und ohne Liederung) *b* versehen, welche man direct mit den Krummzapfenwarzen *c* in Verbindung gesetzt hat.

Aus der Lage der betreffenden Theile in Fig. 37 erkennt man bald, dass hier das von *i* aus (vom Accumulator her) zufliessende Druckwasser, zufolge der geeigneten Stellung eines Schiebers *k*, durch die Canäle *i*, *h* und *g* bei *f* (den durchbohrten Drehzapfen des Cylinders passirend) in den Cylinder *a* treten und gegen den Kolben *b* wirken kann. Ebenso ergiebt sich aus Fig. 38, wo man den Rückgang des Kolbens *b* vorausgesetzt hat, dass das Druckwasser nach seiner Wirkung den Weg *fghm* verfolgend, bei *m* entweichen kann. Der Steuerschieber in *k* (an der Stange *l* befestigt) wird durch die Oscillation des zugehörigen Cylinders vermittelst der Hebelanordnung *rtuqp* bewegt, wie man aus den zwei verschiedenen Stellungen dieser Hebel und Stangen in Fig. 37 und 38 leicht wahrzunehmen im Stande ist[5]).

Aus der Zeit der vierziger Jahre dieses Jahrhunderts hat die Geschichte der Maschinen zum Heben und Senken fester Körper, des allgemeinen Interesses und der Wichtigkeit der Sache wegen (wenn auch nicht völlig der logischen Eintheilung, Classification,

1) Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 153 (1859), S. 175 ff.

2) Engineering vom 16. Aug. 1867, S. 119; ferner in den Transactions of the Institution of Naval Architects, Vol. X, p. 101 unter der Ueberschrift: „On the Hydraulic Steering gear etc." vom königl. engl. Schiffscapitän Achilles.

3) Bd. 1, S. 427 und 435 (Noten 15—17) (erste Auflage) und S. 523 und 533.

4) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 153, S. 176, Taf. III.

5) Ueber zweicylindrige Wasserdruckmaschinen zur Wellendrehung bei Windewerken verschiedener Eisenbahnstationen handelt Armstrong selbst in den „Proceedings der Institution of Mechanical Engineers". 1868, p. 27.

Fig. 37.

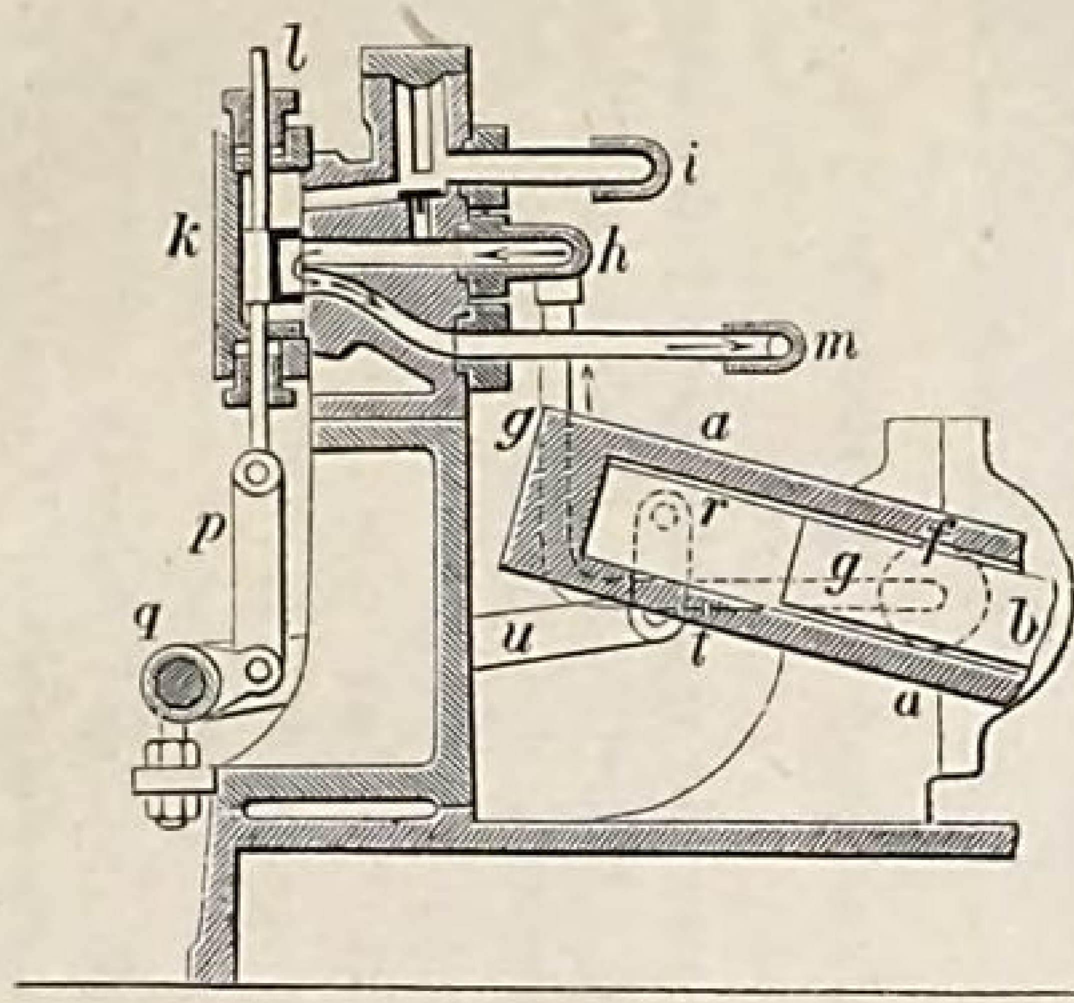
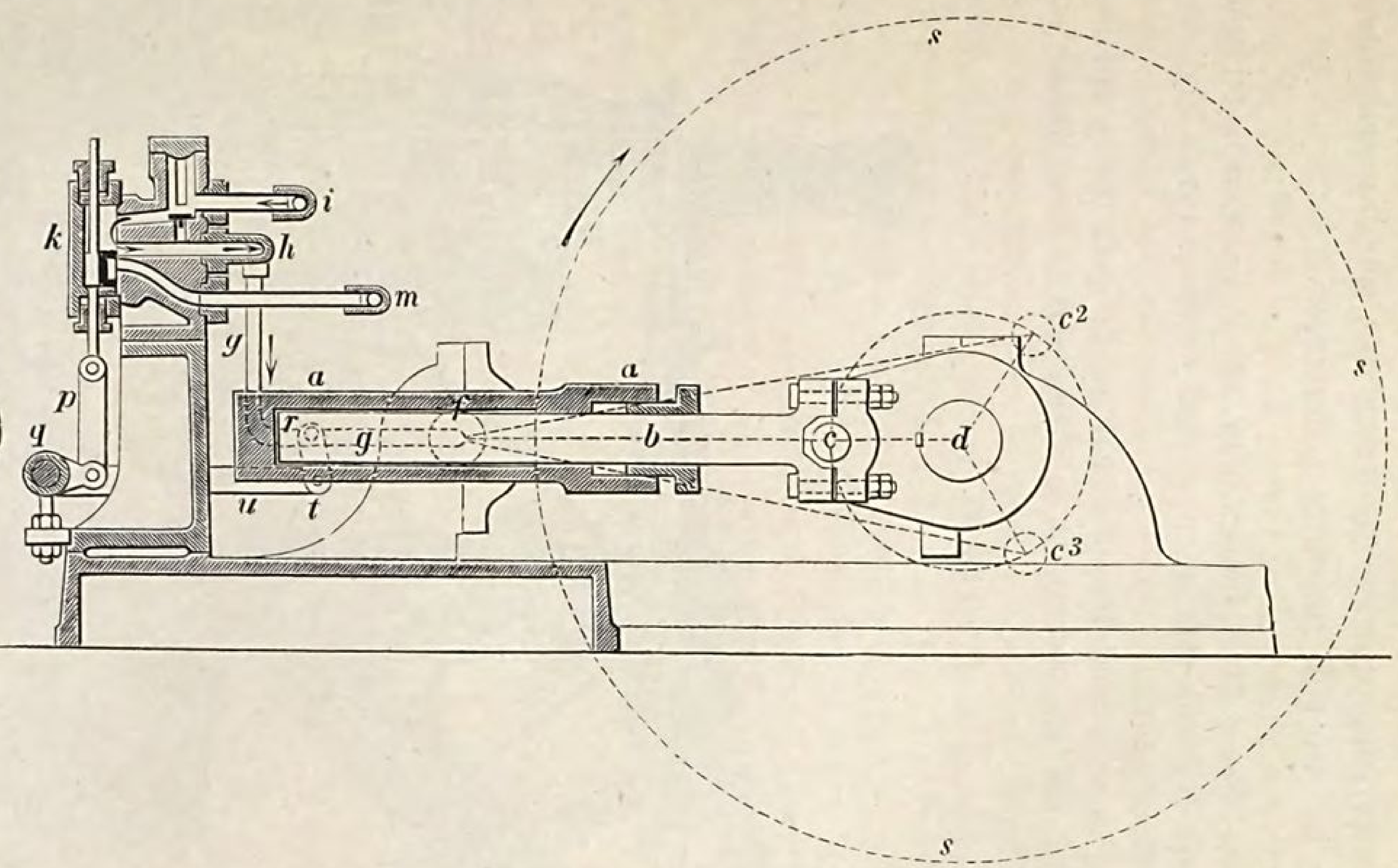


Fig. 38.



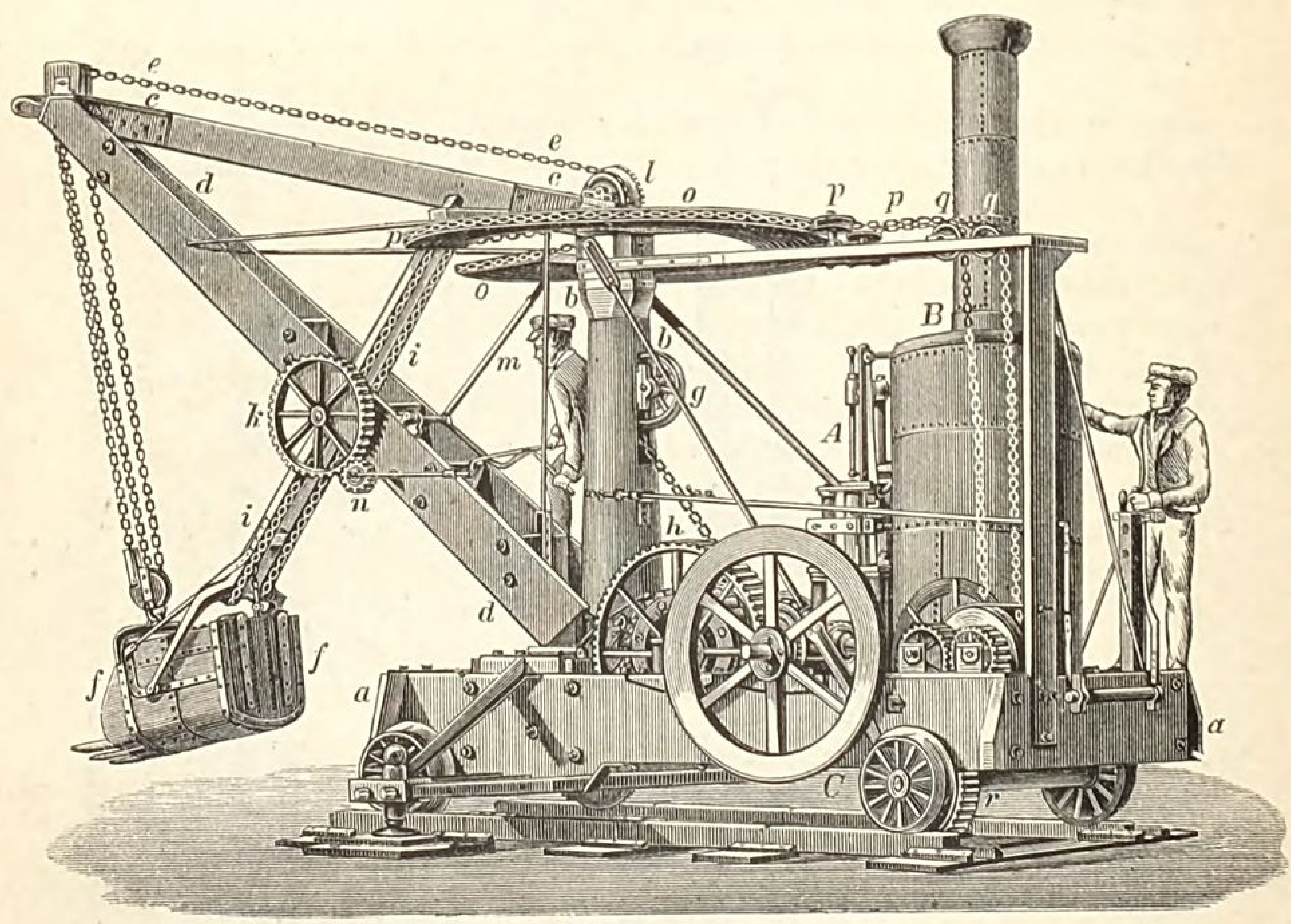
Bd. 1, S. 24 und 25 [erste Auflage], S. 28 und S. 29 [zweite Auflage] entsprechend), der eigenthümlichen Maschinen zum Verticaltransporte erdiger Massen, der sogenannten Dampf-Excavatoren (Dampf-Grabe-Maschinen) der Amerikaner zu gedenken. Diese Gattung von Maschinen gehört gleichzeitig zu denjenigen, welche den volkswirthschaftlichen Charakter des Maschinenwesens überhaupt recht hervorzuheben vermögen, indem sie in Nordamerika durch den ausserordentlichen Mangel an Menschenkräften her-

vorgerufen wurden, als man dort, mit der diesem Volke eigenen Energie, die Erweiterung und Vermehrung des nordamerikanischen Eisenbahnnetzes in Angriff genommen hatte.

Als Grundtypus dieser Maschinengattung kann die Construction eines Newyorker Ingenieurs Namens Ottis angesehen werden, wovon Fig. 39 eine perspectivische Ansicht bietet[1]).

AB ist eine transportable Dampfmaschine, die mit ihrem auf Rädern ruhenden Gestell *aa* auf einer temporären Eisenbahn in dem Maasse fortbe-

Fig. 39.



wegt werden kann, als die Grabeschaufel *ff* die Erde fasst, hebt und überhaupt hinwegräumt.

Auf dem Gestelle *a* ist ferner die verticale Säule *b* des aus Ausleger *d*, Strebe *c*, Rollen, Räderwerk etc. bestehenden Krahnes befestigt. Durch die Mitte der Krahnsäule *b* läuft abwärts die von der Grabeschaufel ausgehende Zugkette *ee*, passirt eine Leitrolle *g* und geht nach einer Winde, auf deren Welle ein grosses Stirnrad *h* sitzt, welches in ein an der Haupttriebwelle befindliches Getriebe greift, dessen Achse das Schwungrad *C* trägt. Die Grabe-

1) The London Journal of Arts and Sciences etc. Vol. XXII (1843), p. 238, Plate X. Ferner Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 88 (1843), S. 328 und 423, sowie ebendaselbst Bd. 89 (1843), S. 77.

schaufel *ff* ist ferner mit dem gabelförmigen Ende der diagonalen Arme *ii* verbunden, von denen aus Ketten um Rollen laufen, welche auf der Welle eines am Ausleger *d* sichtbaren Stirnrades *k* befestigt sind. Wird nun das Zahnrad *k* durch das mit ihm zusammengreifende Getriebe *n* in Umdrehung gesetzt, so bewegen sich die diagonalen Arme *ii* und mit ihnen die Schaufel *ff* auf- und abwärts. Das Ende der Schaufel steht durch Charniere noch mit anderen Theilen in Verbindung und wird während des Grabens vermittelst eines Bolzens in der gehörigen Lage erhalten. Dieser Bolzen lässt sich, wenn die gefüllte Schaufel durch die Kette *ee* gehoben, in die erforderliche Lage gebracht wird, mit Hülfe eines geeigneten Apparates herausziehen, worauf die Schaufel überschlägt und die ausgegrabene Erde in einen bereit stehenden Waggon oder einen sonstigen Behälter schüttet.

An der Achse einer hoch oben über der Krahnsäule *b* sichtbaren Leitrolle (worüber die Kette *e* läuft) sitzt ein Kegelrad *l*, welches in ein anderes Kegelrad greift, dessen zugehörige Welle *m* in diagonaler Lage im Raume zwischen Krahnsäule *b* und Auslader *d* in unserer Abbildung sichtbar ist. Am unteren Ende der Welle *m* befindet sich ein drittes Kegelrad, welches mit einem eben solchen Rade im Eingriffe steht, dessen Achse die des Stirnradgetriebes *n* ist. Letzteres Stirnrad lässt sich (in bekannter Weise) mit dem grösseren Zahnrade *k* in und ausser Eingriff setzen.

Geht nun die Hubkette *e* über die Rolle *c*, so wird durch die Umdrehung der letzteren schliesslich auch die Umdrehung der Welle bewirkt, auf welcher das Stirnrad *k* festgekeilt ist. Hierdurch erfolgt aber ein Niederwärtstreiben der Arme *ii*, bis zuletzt die Schaufel *ff* in den Grund (Erdboden etc.) getrieben wird. Der bei *m* sichtbare, auf dem Gerüste stehende Mann kann letzteren Apparat (mit Leichtigkeit) ausser Eingriff bringen und so die Bewegung beim Senken oder Heben der Schaufel *ff* reguliren[1]), hemmen etc.

Nachdem im Vorstehenden der Act des Grabens und Hebens der Erdmassen etc. beschrieben wurde, wenden wir uns jetzt zur zweiten Bewegung, welche die Dampfmaschine auszuführen hat, nämlich zur Rechts- und Links-Drehung des Krahnes.

Einen zur Ausführung dieser Drehung wesentlichen Theil bildet die in horizontaler Lage oben in der Krahnsäule befestigte hufeisenförmige Kettenscheibe *o*. An letzterer hat man die beiden Enden einer Kette *pp* befestigt, welche, nachdem sie die Peripherie der Scheibe *o* umschlungen hat, durch Rollen *qq* abwärts geleitet und auf eine horizontal gelagerte Welle geführt wird, deren Umdrehung (unter Verwendung anderer geeigneter Zahnradvorgelege) schliesslich die Dampfmaschine in erforderlicher Weise bewirkt.

Der Gang der Arbeit mit diesem Dampf-Excavator ist nun überhaupt folgender: Man giebt zuerst der Schaufel *ff* durch Nachlassen der Kette *ee* eine beinah senkrechte Stellung, so dass die Zähne derselben dem Erdboden zuge-

1) Im Civil Engineer und Architect's Journal vom Mai 1843 und daraus in Dingler's Polytechn. Journale Bd. 88 (1843), S. 423 befindet sich eine bessere, grössere und geometrische Darstellung des Excavators, auf welche wir alle Leser verweisen müssen, denen ein genaueres Studium der ganzen Maschinerie wünschenswerth ist.

kehrt sind und in denselben eindringen. Hierauf werden die verschiedenen Theile durch ihre Rädersysteme in Bewegung gesetzt, die Kette *ee* allmälig straff gezogen und diese nach und nach auf eine mit Spiralnuten versehene Trommel gewickelt, welche mit dem Stirnrade *h* auf derselben Welle sitzt. Während dieser Operation kommen die Gabelarme *i* in Thätigkeit, darin bestehend, dass sie die Schaufel *ff* gewaltsam in den auszuhebenden Erdboden drücken. Gleichzeitig wird aber auch die Schaufel zufolge Zugwirkung der Kette *ee* zur Vorwärtsbewegung veranlasst und zum Erheben der gelösten (aufgeschaufelten) Erdmasse gezwungen. Zufolge dieser zwei Bewegungen, aus welchen die grabende Action der Schaufel *ff* besteht, beschreibt der Schaufelkörper beim Aufsteigen eine Curve, die an der Vorderseite der Maschine anfängt und dicht unter der Spitze des Krahnschnabels endet. Hat sich endlich die mit Erde gefüllte Schaufel *ff* bis zur letztgenannten Stelle erhoben, so wird sie mit Hülfe der hufeisenförmigen Kettenscheibe *o*, einen horizontal gerichteten Kreisbogen durchlaufend, zur Seite gewendet und der Verbindungsbolzen gelöst, welcher das Ende der losen Rolle (der unteren Flasche) mit dem Vordertheile der Schaufel *ff* vereinigt, worauf dann die Schaufel nach vornhin umkippt und ihren Inhalt in gewünschter Weise abliefert.

Die dritte fortschreitende Bewegung des ganzen Excavators auf der bereits erwähnten temporären Eisenbahn wird dadurch hervorgebracht, dass man auf die Hinterachse des vierrädrigen Wagens, worauf die ganze Maschine ruht, ein Zahnrad *r* befestigt hat, welches durch noch eingeschaltete Zahnradvorgelege mit der Krummzapfenwelle der Dampfmaschine in geeignete Verbindung gesetzt werden kann[1]).

Nach den Berichten glaubwürdiger Sachverständigen[2]) leisten Ottis' Dampf-Excavatoren geradezu Ausserordentliches. Mit einer Dampfmaschine von 22,86 Centimeter Cylinderdurchmesser, bei 30,47 Centimeter Kolbenhub und 90 bis 110 Kolbenspielen pro Minute, soll die Maschine im Stande sein, in zwölf Stunden 1100 Kubikmeter Mergelthon ausgraben, heben und laden zu können, was der Hand-Arbeit von 180 Mann gleich gerechnet wird, während die Maschine nur zwei Mann zur Bedienung erfordert. Ihr Anschaffungspreis wird zu 6000 Dollars angegeben.

In Amerika sind diese Excavatoren zur Herstellung von Eisenbahnen und Canälen unausgesetzt in Anwendung geblieben und so auch mit grossem Nutzen, ebenfalls in Folge des Mangels an Arbeitskräften, bei Ausführung der (im Mai 1869 eröffneten) Pacific-Eisenbahn von Omaho nach San Francisco[3]) mit Erfolg

1) Betreffende Detailzeichnungen finden sich auf Tafel VI, Fig. 31 des vorher citirten Dingler'schen Polytechnischen Journals, Bd. 88 (1843).

2) Nach dem Mining Journal vom 24. Juni 1842 in Dingler's Polytechn. Journal.

3) Nach Appleton's in New-York erscheinendem „Railway and Steam

benutzt worden, wie u. A. der interessante und lehrreiche Bericht über diese den nordamerikanischen Continent quer durchschneidende Bahn angiebt, welchen der Ingenieur Fölsch in der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, Jahrg. 1872, S. 41, liefert. Die von Fölsch auf Blatt Nr. 5^b der genannten Zeitschrift gelieferte Abbildung eines „Excavators für Erdarbeiten" unterscheidet sich im Wesentlichen gar nicht von der im Vorstehenden besprochenen Ottis'schen Maschine. In etwas abgeänderter Construction hat man das Principielle der Maschine als Schaufelbagger-Maschine (statt der später auch im gegenwärtigen Werke zu besprechenden Eimerketten- oder Paternoster-Baggermaschinen) ebenfalls in Nordamerika in Anwendung gebracht und eine derartige (von Osgood & Co. in Troy, Staat New-York) erbaute Maschine mit einer einzigen kübelartigen Stielschaufel bei der Drau-Regulirung mit besonderem Erfolge benutzt, worüber in der unten notirten Quelle [1]) vom österreichischen Ingenieur Gentilli berichtet wird.

Vereinfachte derartige Dampf-Grabe-Maschinen der Nordamerikaner beschreibt (unter Beifügung guter Abbildungen) der Königl. Preuss. Regierungsbaumeister E. Dietrich in seiner 1879 in Berlin (bei Julius Bohne, W. Wilhelmsstr. 40a) erschienenen Broschüre: „Reise-Skizzen, gesammelt im Sommer 1876, bei Gelegenheit der Philadelphia-Ausstellung", S. 50.

Ebendaselbst werden auch amerikanische Baggermaschinen mit eigenthümlich construirten Teufelsklauen (statt Schaufeln und Eimern) beschrieben und durch Abbildungen (a. a. O. S. 49) erläutert. Diese dienen u. A. zur alljährlich erforderlichen Flussregulirung des Mississippi, um die im Flussbette versandeten Baumstämme (snags) zu heben und zu entfernen.

Navigation Guide" hat die Bahn für die 1084 englische Meilen lange Strecke Omaha-Promentory den Namen „Union Pacific Railway" und für die Strecke Promentory-Sacramento, von 690 englischen Meilen Länge, den Namen „Central Pacific-Railway of California". Für die Entfernung von Sacramento bis San Francisco rechnet Fölsch 136 englische Meilen, wonach die ganze Länge der Pacificbahn von Omaha bis San Francisco 1910 englische oder circa 400 geographische Meilen betragen würde. Von New-York bis San Francisco rechnet Fölsch in runder Zahl 760 deutsche oder 3504 englische Meilen.

1) Man sehe hierüber eine mit Zeichnungen begleitete Abhandlung des Ingenieurs Gentilli in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, Jahrg. 1871, S. 181.

Hierher gehören auch die von den Gebrüdern Pristmann in Hull seit einigen Jahren gelieferten Krahnbagger (the Patent Dredger, Excavator und Elevator), auf die wir später im Abschnitt „Baggermaschinen“ zurückkommen werden [1]).

Eine andere Art von Excavatoren wurde von dem französischen Ingenieur Couvreux bei der Durchstechung der Landenge von Suez, zur Herstellung des Suez-Canals, in Anwendung gebracht, als man dort im Jahre 1864 gezwungen war, die 20000 Arbeiter (Fellahs), welche ursprünglich die ägyptische Regierung der betreffenden Baugesellschaft zur Verfügung gestellt hatte, durch Maschinen zu ersetzen. Die Entlassung der ägyptischen Arbeiter sollen die Engländer in Constantinopel veranlasst haben [2]).

Fig. 40 wird zur allgemeinen Kenntnissnahme des Couvreux'schen Excavators hinreichen [3]). Fast ganz so wie bei den bereits erwähnten Dampf-

1) Ausführlich beschrieben und erörtert im Centralblatte der Bauverwaltung. Jahrg. II (1882), S. 434.

Auch ist ferner zu empfehlen die englische Zeitschrift „The Engineer“ vom 20. Juli 1883, pag. 47 und vom 14. Septbr. 1883, pag. 201. Endlich auch das Pariser Journal: „Annales des travaux publics“, 1883, pag. 789, 811, 849, 874, 889 und 890.

2) Für manche Leser werden folgende Notizen und Bemerkungen über den am 27. November 1869 eröffneten Suez-Canal nicht überflüssig sein:

Die ganze Canallänge von Port Saïd bis Suez beträgt 160 Kilometer. Seine Querschnittsform ist die eines Trapezes, dessen Boden- (untere) Breite 22 Meter seine Höhe (Tiefe) überall 8 Meter ist, seine Breite in der Wasserlinie variirt nach der Ueberschwemmung, welcher das betreffende Gebiet ausgesetzt ist. Wo man letzteres Uebel nicht zu erwarten hat, beträgt die Breite am Wasserspiegel 58 Meter.

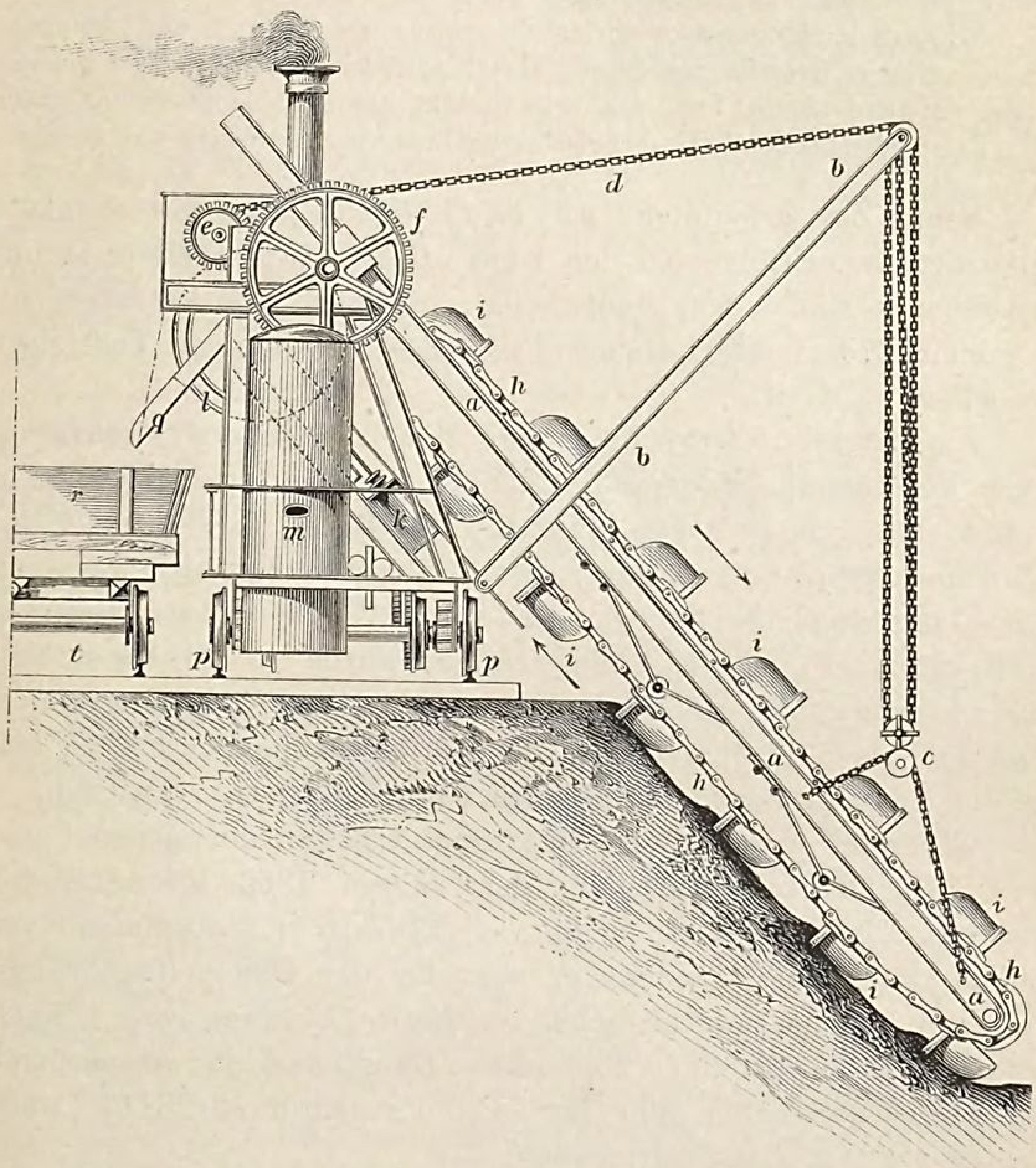
Das Geschichtliche der Bemühungen, das mittelländische Meer mit dem rothen Meere durch einen Schifffahrtscanal zu verbinden, findet sich u. A. in der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrg. 1856, S. 18 und Jahrg. 1862, S. 346. Betreffende Abbildungen liefern Förster's Bauzeitung, Jahrg. 1857, S. 346, so wie Oppermann's Annales des Constructions. 1858, S. 157 und 1862, S. 6.

Ein vortrefflich geschriebener Artikel findet sich in dem Jahrbuche zum Brockhaus'schen Conversationslexikon „Unsere Zeit“, Bd. 1 (1857), S. 1 und 1870 (erste Hälfte), S. 19 unter der Ueberschrift: „Die Canalisirung des Isthmus von Suez“. Endlich ist für den Maschinentechniker zu verweisen auf die Mémoires et compte rendu des Travaux de la Société des Ingenieurs civils, Heft III. 1866, und daraus im Auszuge in der Berliner „Deutschen Bauzeitung“, Jahrg. 1870, S. 330.

3) The Practical Mech. Journ. Jan. 1867, pag. 297, und Oppermann's Portefeuille des Machines. Januar 1865.

baggern, nur dass das Schiff durch eine auf der Eisenbahn laufende locomobile Dampfmaschine ersetzt ist, besteht das active Werkzeug, die eigentliche Grabemaschine, aus an endloser Kette *h* befestigten Schaufel-Eimern *i*, die auf einer Art Leiter *a* Führung erhalten, während die Kette an beiden Enden der

Fig. 40.



Leiter über polygonartige Wellen geführt ist, deren obere unter Einschaltung von Zahnradvorgelegen *f* von der Dampfmaschine *k* in geeignete Umdrehung gesetzt wird.

Während die eimerförmigen Schaufeln die Erde von den Böschungen des Canals abgruben, schütteten dieselben ihr Füllmaterial oben so aus, dass dasselbe auf einer geneigten Ebene *q* herabgleiten und Waggons *rt* füllen konnte, die sich auf einem gewöhnlichen Eisenbahngleise fortbewegen liessen. Der ganze Excavator bewegte sich ferner s e l b s t t h ä t i g entlang der Canal-

Böschung auf einer anderen temporären Eisenbahn *pp* von 1,5 Meter Spurweite. Wie die Lagenveränderung der Leiter *aa*, der Eimerkette *ii* etc., deren völlige Auslösung (Erhebung) bei der erforderlichen fortschreitenden Bewegung des Excavators durch Ketten, Rollenzeug *dd*, unterstützt von einem krahnähnlichen Ausleger *bb*, einem Zahnradvorgelege *e*, von der Welle des Schwungrades der Dampfmaschine *k* aus, erfolgen kann, ersieht man für gegenwärtigen Zweck hinreichend aus der Abbildung.

Wie aus letzterer ausserdem erhellt, wurde der Kessel *m* der Dampfmaschine auf dem Gestelle des ganzen Baues so nahe als möglich dem inneren Eisenbahngleise montirt, um den Schwerpunkt des Maschinensystemes unter allen Umständen in eine Verticale zwischen die Räder *pp* des Wagens zu bringen.

Seiner Zeit arbeiteten Couvreux' Excavatoren mit ebenfalls entschiedenem Erfolge bei den Donau-Regulirungsarbeiten, in unmittelbarer Nähe der Stadt Wien, woselbst der Verfasser im Sommer 1873 mehrfach Gelegenheit hatte, dieselben in Thätigkeit zu sehen.

Am letzteren Orte liess man den Wagen des Excavators nahe der Canalböschung auf einer dreischienigen Eisenbahn laufen, um eine grössere Stabilität des Baues (des ganzen Maschinenwerkes) während der Arbeit herbeizuführen. Die Leistung der Dampfmaschine, welche die obere Welle der sechsseitigen Kettentrommel in Umdrehung setzte, wurde zu 20 Maschinenpferden angegeben, während eine andere kleine 4pferdige Dampfmaschine dazu bestimmt war, die Fortbewegung der ganzen Maschine auf den Eisenbahnschienen nach Bedarf zu vermitteln.

Während man bei den Suezcanal-Arbeiten mit sieben Couvreux'schen Excavatoren in den Jahren 1863 bis 1868 den grössten Theil der Erdarbeiten bei El-Guisr im Ausmaasse von 60000 Cubikmetern ausführte, wird bei den Donau-Regulirungs-Arbeiten die durchschnittliche, tägliche Leistung von 4 Excavatoren (jeder mit einer 20pferdigen Dampfmaschine ausgerüstet) zu 1125 Cubikmeter oder für einen Excavator zu $281\frac{1}{4}$ Cubikmeter pro Arbeitstag angegeben.

Eine sehr gute Arbeit, unter der Ueberschrift „Beiträge zur Geschichte der Grabmaschinen und der maschinellen Grabarbeit“, hat vor einiger Zeit der Ingenieur Franz Hottenroth in Landau geliefert. Dieselbe ist (mit vielen Abbildungen begleitet) abgedruckt in der (Münchener) Zeitschrift für Baukunde, Jahrgang 1882, S. 503—540. Hier werden auch die allerjüngsten Excavatoren von Trevithik (1872), Vering (1880), Edwands (1880) etc. besprochen.

Zu einem der ferner beachtenswerthesten Beispiele, wie man sich helfen muss, um Menschenarbeit unter Umständen durch Maschinen zu ersetzen, gehören die sogenannten Elevatoren, womit man bei der Aushebung des Suez-Canals das von gewöhnlichen Baggermaschinen geförderte Material aus den betreffenden Schiffen (Prahmen) heben und auf das anliegende hohe Ufer transportiren musste, nachdem (wie schon erwähnt) die von der ägyptischen Regierung gestellten 20000 Arbeiter dem Baue entzogen wurden.

Fig. 41 ist die Abbildung eines solchen Elevators, dessen mächtiges, eisernes, aus sogenannten Fachwerkträgern construirtes Gerüst einerseits von einem Dampfschiffe *h*, andererseits von einer zum Fortrollen angeordneten Plattform *g* (am festen Ufer) getragen wird. Gleichzeitig ist auch das ganze Gerüst um eine Verticalachse *AB* drehbar gemacht. Den Verticalschnitt durch diese Achse lässt Fig. 42 erkennen, woraus man zugleich die der Breite nach (normal zur Bildfläche von Fig. 41) vorhandenen Dimensionen des Gerüstes zu entnehmen vermag [1]).

Das Wesen der ganzen Anordnung besteht nun darin, aus einem Bagger-Prahme *k* mit Material (Erde, Sand etc.) gefüllte Kästen *mm* mittelst einer Winde und Kette *u* zu heben, dann längs einer ansteigenden zweigleisigen Eisenbahn *dd* (Fig. 42) fortzuschaffen und endlich an der höchsten Bahnstelle die Kästen durch Umkippen zu entleeren. Die erwähnte Winde ist auf einem Wagen montirt, dessen vier Räder auf den Schienen der Eisenbahn *dd* laufen. Von den verschiedenen Orten, welche der Wagen mit Winde und Kasten nach und nach einnimmt, sind in Fig. 41 drei durch die Buchstaben *a*, *b* und *c* notirt, wobei an der höchsten Stelle *c* der Kasten *m* im Zustande des Umkippens und Entleerens gezeichnet ist.

Die Ketten *u*, woran die Kästen *m* aufgehangen sind, wickeln sich auf zwei Trommeln *ss* (Fig. 43), die auf der Vorderachse des Wagens festgekeilt sind, während die Wagenräder sich lose um die Vorderachse drehen. Auf letzterer Achse hat man ferner noch zwei andere Trommeln *tt* (Fig. 43) befestigt, über welche man im entgegengesetzten Sinne ein Drahtseil *v* geschlungen und dessen eines Ende am Trommelumfange eingehakt hat.

Ferner hat man dies Drahtseil nach oben hin (der schiefen Ebene des Gerüstes entlang) und am äussersten Ende über eine feste Rolle geleitet und von hier wieder abwärts nach einer Trommel geführt, welche durch die Dampfmaschine im Schiffe *h* in Umdrehung gesetzt wird. Beim Bewegen der Wagen *m* längs der schiefen Ebene *dd* wird eine Kreisscheibe (Rolle) *p* gezwungen,

1) Nach der Deutschen Bauzeitung, Jahrg. 1870, S. 330, u. nach Lacroix, „Études sur l'éxposition universelle de 1867 à Paris". (Travaux de L'Isthme de Suez). Pl. XI. An letzterer Stelle ist auch eine Grundrisszeichnung des Elevators zu finden. Sehr gute Abbildungen lieferte auch Oppermann in seinem Portefeuille des machines, 14e année, 1869, pag. 26, pl. 15 et 16.

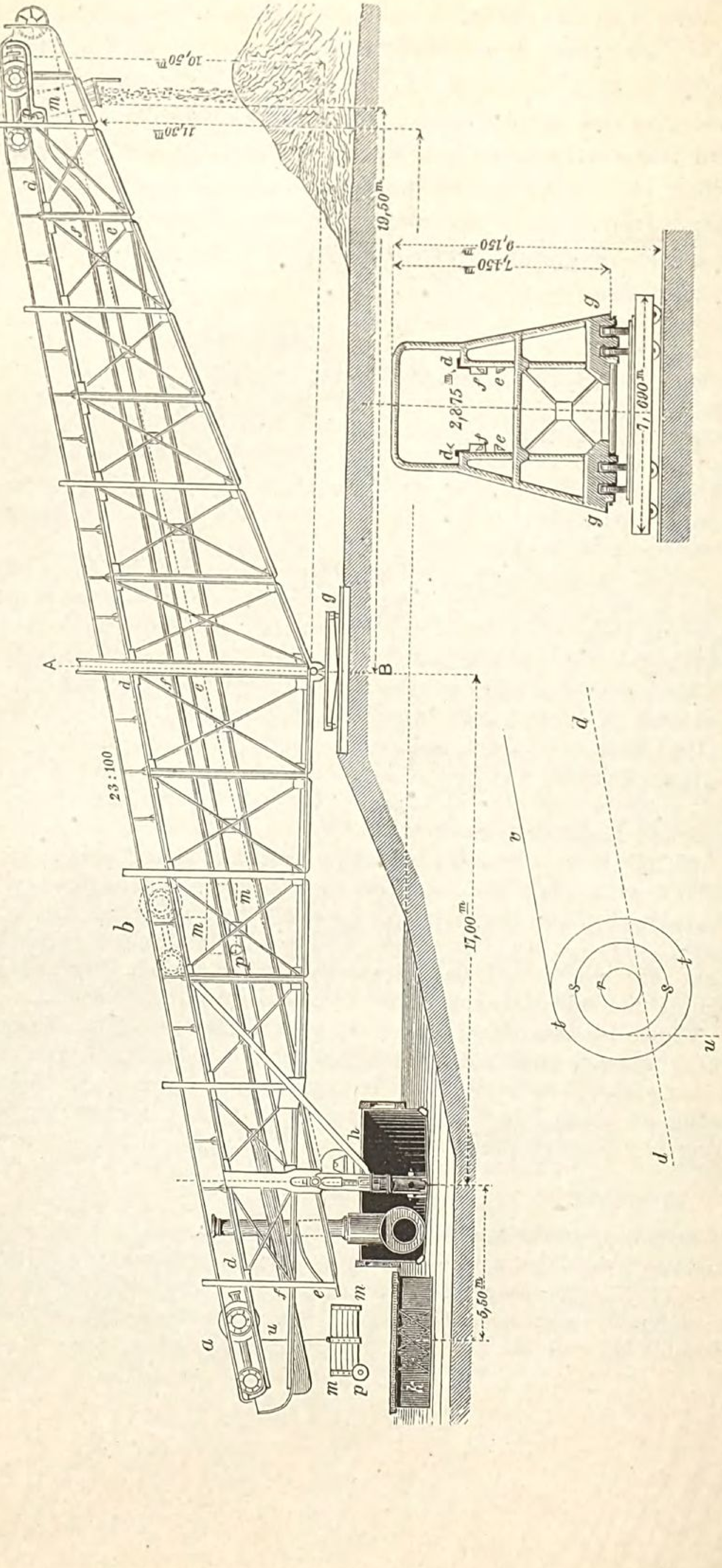


Fig. 41.

Fig. 42.

Fig. 43.

zwischen zwei Zwangsschienen *e* und *f* (Fig. 42) zu laufen. An beiden Enden der Bahn *d* sind diese Zwangsschienen in geeigneter Weise (Fig. 41) gebogen: Am Anfange, um das Aufsteigen der Wagen aus der Verticalen *u* in die schräge Richtung der geneigten Ebene *d* zu ermöglichen, nachher aber am Ende (bei *c*) das selbstthätige Umkippen der Wagen zu veranlassen.

Die Aufeinanderfolge der von der Dampfmaschine als Motor ausgehenden Wirkungen ist nun folgende: Zuerst veranlasst das Dampfmaschinenseil das Verticalheben der Kästen *m*, indem durch das Drahtseil *v* (Fig. 43) die Vorderachse des Wagens *a* in Umdrehung gesetzt wird, wobei das Eigengewicht der Kästen nebst Inhalt gross genug ist, eine fortschreitende Bewegung des Wagens *a* zu verhindern. Sind aber die Kästen so hoch gehoben, dass sie mit den Rollen *p* den Zwangsschienen *ef* nahe genug gekommen sind und die Kästen in verticaler Richtung nicht weiter gehoben werden können, während die Dampfmaschine fortfährt, das Draht-Zugseil zu spannen, so erfolgt die aufwärts gehende Bewegung des Wagens auf der schiefen Ebene *d*, welche letztere auch in Fig. 43 durch eine Linie (nebst eins der Wagenräder *r*) angedeutet ist.

Mit Hülfe eines derartigen Elevators hat man täglich (durchschnittlich) 400 Cubikmeter Masse (Sand, Erde, Schlamm etc.) gehoben.

Als Schluss vorstehender allgemeinen Einleitung mag ein Bericht über die Ortsveränderungen Platz finden, welche in neuerer Zeit die beiden Obelisken erfahren haben, die man mit dem Namen „Nadeln der Cleopatra“ zu bezeichnen pflegte, obwohl sie mit dem schönen und berüchtigten Weibe nichts zu thun hatten, welches bekanntlich in der römischen Geschichte (48 bis 42 vor Chr.) eine eben so unsittliche als traurig grosse Rolle spielte [1]).

Während der eine dieser Obelisken schon wenige Jahre nach seiner Aufstellung durch ein Erdbeben umgestürzt und nach und nach im Sande verschüttet ward, wusste der andere seine aufrechte Stellung zu wahren [2]).

Bereits im Jahre 1801 soll ein englischer Schiffscapitain versucht haben, den umgestürzten Obelisken an Bord seines Schiffes

1) Beide Obelisken wurden vor etwa 3500 Jahren in den Steinbrüchen von Syene gehauen und vor einem der Pylonen (Thüren) des Tempels von Heliopolis aufgerichtet. Erst unter Tiberius (14 bis 37 nach Chr.) wurden beide Obelisken nach Alexandria gebracht.

2) Deutsche Bauzeitung (Redacteure Fritsch und Büsing). 14. Jahrg. (1880), S. 67 unter der Ueberschrift: „Obelisken auf der Wanderung von Aegypten nach Europa und Amerika“.

In dieser Quelle wird fälschlich berichtet, dass diese Obelisken auf Veranlassung Cleopatra's den Nil hinab nach Alexandria geschafft worden wären, um hier vor dem Cäsareum aufgestellt zu werden.

zu bringen und nach London zu führen. Dieser Versuch blieb jedoch unvollendet, zufolge einer Erklärung der englischen Admiralität, dass die Marineverwaltung mit Obelisken nichts zu schaffen haben wolle.

Später beschenkte der Vicekönig von Aegypten (Mohamed Ali) mit diesem Obelisken den Prinz-Gemahl der Königin Victoria, indess scheint der Prinz keine besondere Lust empfunden zu haben, sich in den näheren Besitz des Geschenkes zu setzen. Erst viele Jahre nachher verfielen englische Privatleute und englische Techniker auf Projekte zur Ueberführung des Obelisken nach London, die auch durch einen berühmten und als Wohlthäter bekannten englischen Chirurgen Erasmus Wilson im Jahre 1877 realisirt wurden.

Nachdem man den Obelisken von dem umgebenden Sand blossgelegt hatte, wurde er mit einem eisernen Gerippe umgeben, dessen Inneres seinen Querschnitten angepasst war. Hierauf umgab man ihn überall mit einer geeigneten Holzbekleidung, welche dem Ganzen ausserhalb die Gestalt einer Cigarre mit stumpfen Spitzen (messerartigen Enden) gab, wodurch zugleich aber auch der ganze Körper im Wasser schwimmfähig geworden war [1]).

Am 28. August 1877 wurde der so eingekapselte Obelisk in das Meer gerollt und von dem Dampfschiffe Olga in's Schlepptau genommen. Leider ging dies Schlepp-Dampfschiff bei seiner Fahrt im Bay von Bircay (am 14. October 1877) verloren und mit ihm auch der ummantelte Obelisk. Glücklicher Weise ergab sich bald, dass der Obelisk von betreffenden Uferbewohnern Ferrol's als Strandgut in Besitz genommen war und diesen abgekauft werden konnte. Hiernach gelang es endlich (am 20. Januar 1878) den Obelisken nach London zu bringen und dessen Aufstellung an der Themse, zwischen Blackfriars- und Westminster-Bridge (Thames Embankment, gegenüber Adelphi-Terrace) zu bewirken.

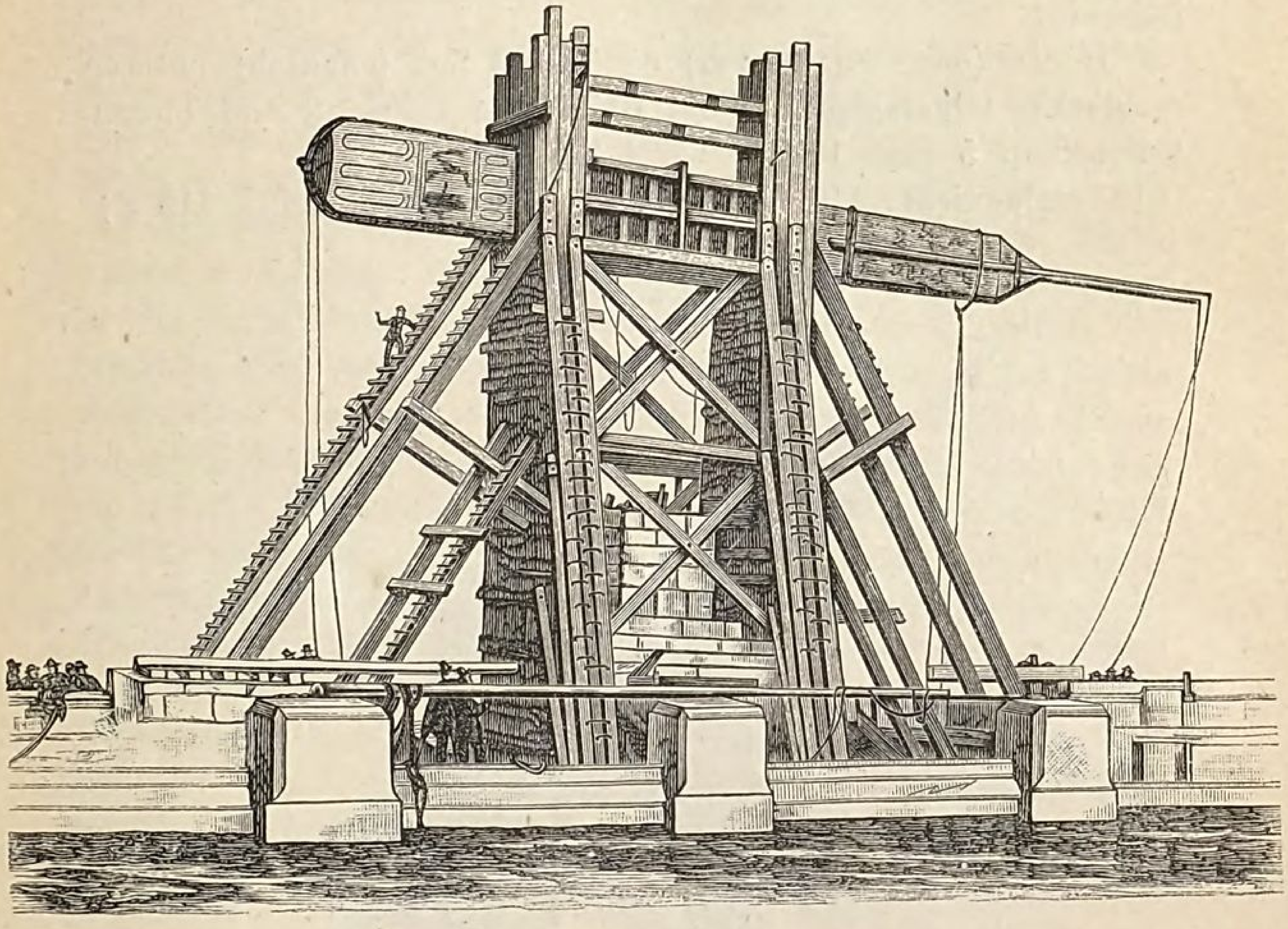
Die Anordnungen, welche zur Aufstellung getroffen wurden, erhellen hinglänglich aus den Fig. 44 und 45, die den Illustrated London News vom 10. August 1878 entnommen sind.

Das von einem Syenit-Monolith gebildete Fussgestell des Obelisken wurde von einem gehörig hohen, kräftigen (verstrebten) Holzgerüst umgeben und der Obelisk selbst zwischen geeigneten

1) Betreffende Abbildungen finden sich in der englischen Zeitschrift „Engineering" vom 13. Septbr. 1878, pag. 212.

Ständern mittelst hydraulischer Winden derartig in die Höhe gehoben, dass er stets in horizontaler Lage (Fig. 44) verblieb.

Fig. 44.



Dabei hatte man (vorher) den Mitteltheil des ganzen Körpers mit einem eisernen Gehäuse umgeben und dieses an zwei Seiten (an den Schwerpunktstellen) mit geeigneten Drehzapfen (Schildzapfen, wie bei Geschützröhren) versehen. In entsprechender Höhe waren im umgebenden Gerüste Lager für gedachte Zapfen angebracht, so dass sich der Obelisk in den Schalen dieser Lager wie ein gut gearbeiteter Wagebalken drehen lassen und die in Fig. 45 dargestellte geneigte Höhenlage annehmen konnte. Hiernach wurde er leicht in die senkrechte Lage versetzt und bequem auf seinen festen Standort gebracht [1]).

Wie sich jetzt die über 21 Meter hohe Cleopatra-Nadel mit den sehr gut erhaltenen Hieroglyphen auf ihrer Seitenfläche,

1) Sämmtliche Anordnungen zum Transporte und Aufstellen des Obelisken hatte der englische Ingenieur Dixon getroffen.

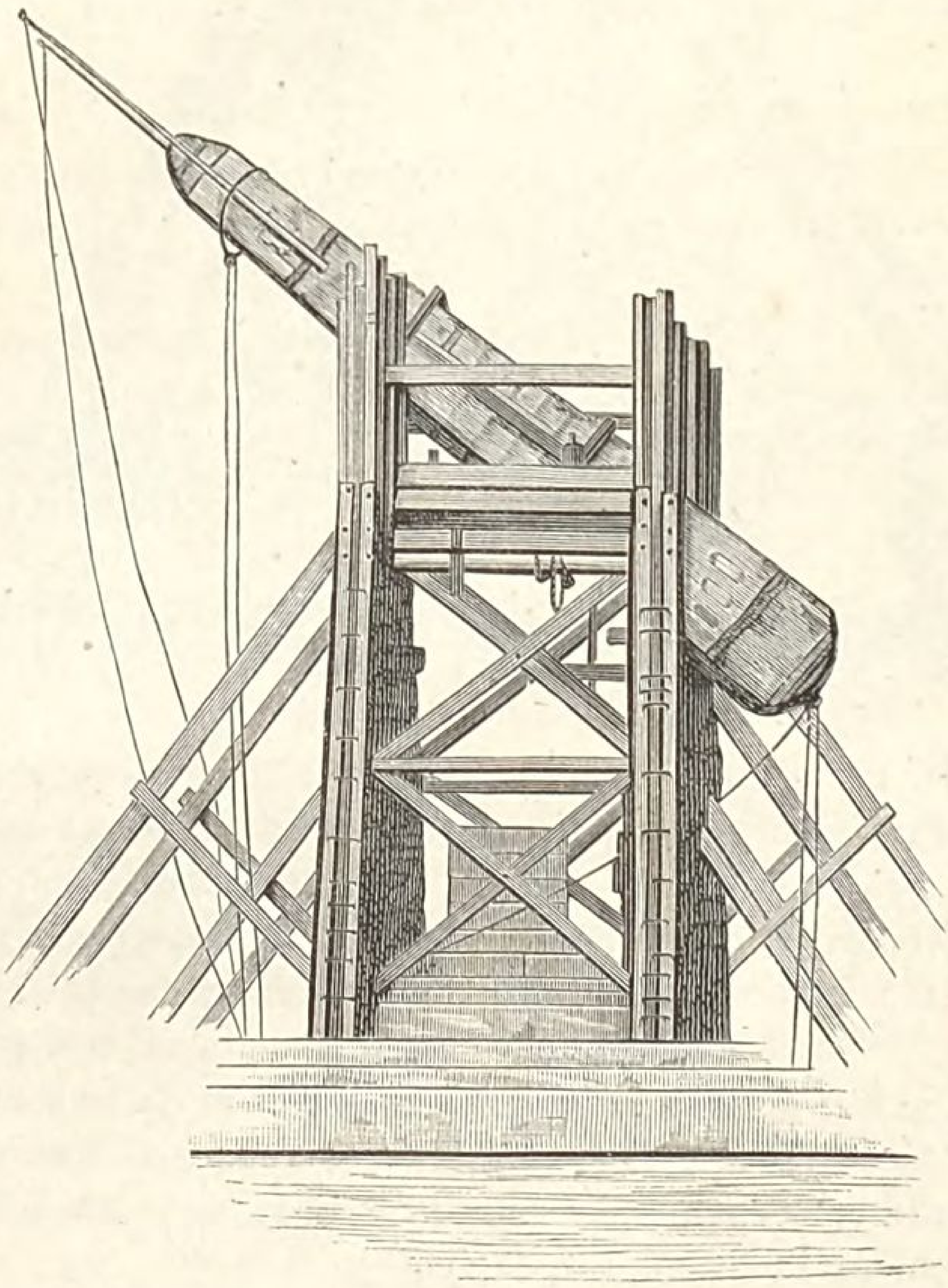
in den Victoria Thames Embankments darstellt, erhellt aus einer Abbildung in dem bereits citirten „Engineering“ vom 13. Sept. 1878, pag. 209.

Die Hauptdimensionen der Londoner Cleopatra-Nadel sind folgende:

Höhe (ohne Fussgestell) 68 Fuss 3 Zoll (englisch), unterer rechteckiger Querschnitt 7 Fuss 10 Zoll bei 7 Fuss 8 Zoll, oberer Querschnitt 5 Fuss 10 Zoll bei 4 Fuss 10 Zoll.

Totalgewicht: 193 Tons = 3860 Centner (engl. à 112 ℔).

Fig. 45.



Bald nach der Errichtung des einen der Cleopatra-Obelisken in London brachte eine New-Yorker Zeitung die irrige Nachricht, dass seine Hoheit der Khedive von Aegypten seine Bereitwilligkeit kundgegeben habe, die zweite noch in Alexandrien aufge-

stellt zurückgebliebene Nadel der Cleopatra der Stadt New-York schenken zu wollen, sobald er in passender Weise darum ersucht werden würde. Zwar stellte sich diese Nachricht als irrthümlich heraus, wurde jedoch Veranlassung, dass schliesslich die amerikanische Regierung eine förmliche Bitte an den Khedive richtete [1]), diesen Obelisken der Stadt New-York zum Geschenk zu machen. Nach Erfüllung dieser Bitte [2]) wurde im October 1879 der Obelisk an seinem Standorte (in Alexandrien am Meeresgestade circa 50 Fuss von der Wasserlinie entfernt) niedergelegt, wozu er vorher (ähnlich wie beim Londoner Obelisken geschah) [3]) mit improvisirten Schildzapfen ausgestattet, an diesen gleichsam aufgehangen, in die horizontale Lage gedreht und (mit der schützenden Verschalung umgeben) auf einem besonders construirten auf Balken laufenden Walzenschlitten in den Kielraum eines hinlänglich grossen Dampfschiffes gebracht [3]). Als nach glücklicher Fahrt der Kapitän des Schiffes, Mr. Gorringe, New-York erreicht hatte, wurde der Obelisk auf besonders construirte Pontons geladen und auf einer Landungsbrücke abgesetzt, sodann aber wieder mittelst des bereits erwähnten Walzenschlittens weiter transportirt, wobei man eine Locomotive als Vorspann benutzte. Am Bestimmungsplatze, im New-Yorker Centralpark, wurde den 22. Januar 1881 die Aufrichtung des Obelisken durch dieselben Mittel bewerkstelligt, welche man in Alexandria zum Niederlegen angewandt hatte [4]).

1) Die ganze Geschichte der Erwerbung dieser zweiten Nadel der Cleopatra für New-York, nebst Anordnung des Transportes, des Niederlegens in Alexandria und Aufrichtens in New-York wird ausführlich erwähnt im Maihefte 1883 (von S. 220 bis 233) der Westermann'schen Monatsschrift.

2) Aus einem Schreiben, welches dem Generalconsul der vereinigten Staaten, Mr. Farman, im Namen des Khedive am 18. Mai 1879 zugestellt wurde (Westermann's Monatsschrift a. a. O., S. 231), geht bestimmt hervor, dass der Obelisk direct der Stadt New-York und nicht den vereinigten Staaten geschenkt wurde.

3) In dem von Mr. Farman selbst verfassten Artikel „Die Nadel der Cleopatra“ (Westermann's Monatsschrift a. a. O.) ist die Verladung des Obelisken in den Kielraum des amerikanischen Transportschiffes, in einer sehr schönen Abbildung dargestellt.

4) Die Aufrichtung des Obelisken ist in Westermann's Monatsschrift (a. a. O. S. 229) wieder durch eine sehr schöne Skizze erläutert.

Doch vollständiger werden die sämmtlichen Transportperioden in der New-Yorker Zeitschrift „Scientific American“ vom 5. Februar 1881 durch eine ganze Reihe von Abbildungen dargestellt.

In der wiederholt erwähnten Farman'schen Abhandlung der Westermann'schen Monatsschrift werden S. 232 noch folgende Angaben gemacht:

„Die New-Yorker Cleopatra ist 68 Fuss 10 Zoll (engl.) hoch, während die unteren Seiten je 7 Fuss 10 Zoll und 8 Fuss 2 Zoll messen, welcher Perimeter sich nach oben allmälig bis auf 6 Fuss 1 Zoll und 6 Fuss 3 Zoll vermindert. Den Abschluss bildet eine kleine 7 Fuss hohe Pyramide. Das Totalgewicht beträgt etwa 220 Tons (= 4400 engl. Centner).

Maschinen der Gegenwart zum Heben und Senken fester Körper.

§. 2.

I. Heb- und Senk-Maschinen mit directer Kraftwirkung, oder unter Einschaltung des einfachen Hebels [1].

Als mit directer Kraftäusserung wirksam sind in erster Linie die hydraulischen Hebmaschinen zu bezeichnen, welche zu Aufzügen in Hotels, Waarenhäusern, Hochöfen-Gichten, Eisenbahnstationen etc. dienen und die man mit oder ohne Benutzung Armstrong'scher Accumulatoren (S. 42) in Thätigkeit setzt.

1) Die betreffenden vorzüglichsten neueren (Special-) Werke sind nach der Zeit ihres Erscheinens geordnet folgende:

A. Riedler, Personen- und Lastenaufzüge, sowie Fördermaschinen. Wien 1877. (Separatabdruck aus dem amtlichen österr. Berichte über die Weltausstellung in Philadelphia von 1876, Heft XX). Mit 13 Tafeln und 9 Textfiguren.

F. Colyer, C. E., „Hydraulic, Steam and Hand Power Lifting and Pressing Machinery". London 1881. With 73 Plates.

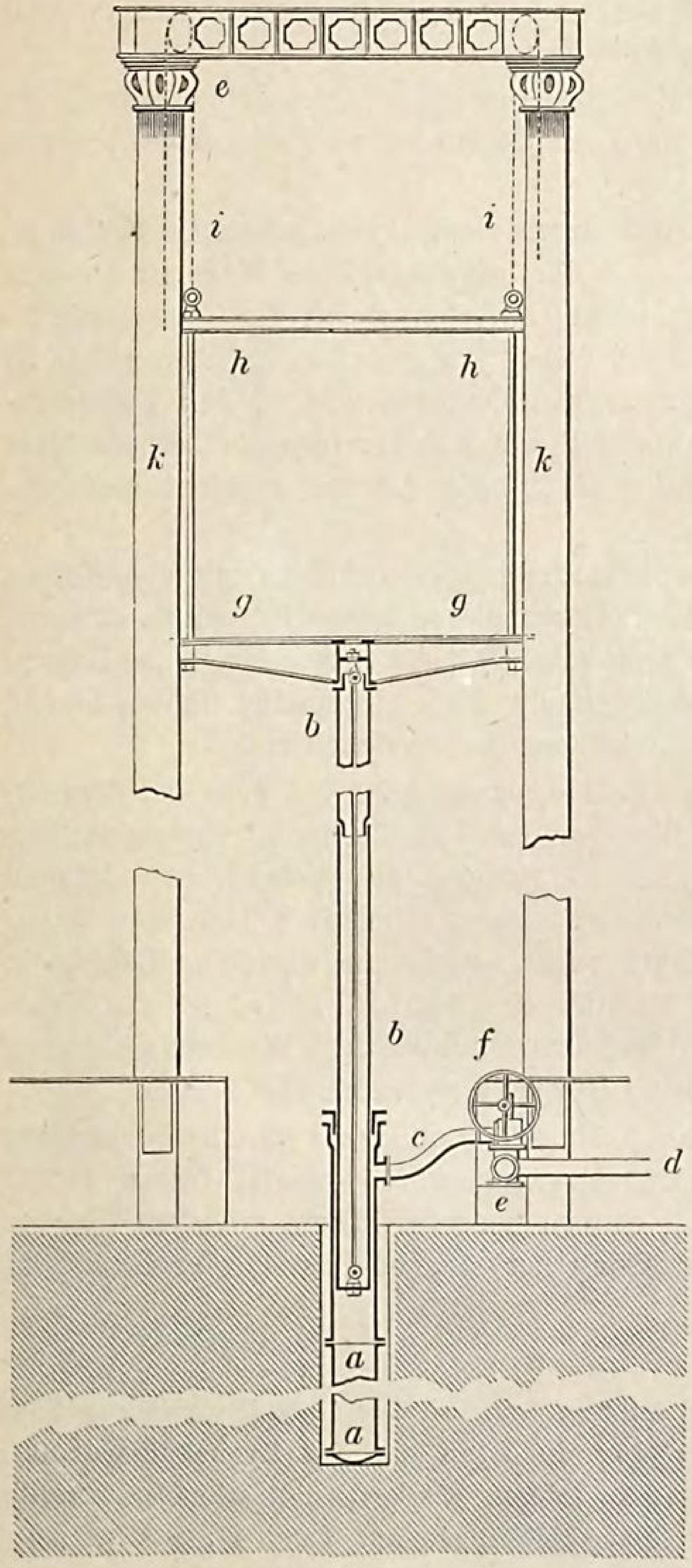
G. Hermann in Weissbach's Lehrb. der Ing. und Maschinen-Mechanik. Dritter Theil. Zweite Abtheilung. Braunschweig 1880.

Ad. Ernst, die Hebzeuge. Theorie und Kritik ausgeführter Konstructionen. Ein Handbuch für Ingenieure und Architekten, sowie zum Selbststudium für Studirende. Mit zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten und einem Atlas von 46 lithographirten Tafeln. Berlin 1883. Zur Zeit das empfehlenswertheste Werk seiner Art.

Noch andere Literaturangaben folgen an geeigneten Stellen.

Zum Repräsentanten der einfachsten hydraulischen Aufzüge wählen wir die des Pariser Mechaniker Édoux, welche derselbe mehrfach für Hotels, sowie auch zur Spazierfahrt auf das Hauptgebäude der Pariser Ausstellung von 1867 ausführte[1]). Fig. 46 lässt die für letzteren Zweck getroffene Anordnung erkennen.

Fig. 46.



Dabei ist *aa* der Cylinder einer Art von hydraulischer Presse, *bb* der in ersterem gehörig dichtende Plunger-Kolben, welchen man mit einer Plattform *gg* versehen hat. Letztere trägt den sogenannten Kiosk (richtiger Käfig oder Korb) *gh* zur Aufnahme der zu befördernden Personen, während sämmtliche genannten Theile *bgh* an Ketten *i* aufgehangen sind, die man über feste Rollen führt, in den vier hohlen Säulen *kk* herabgehen lässt und an den unteren freien Enden mit so grossen Gegengewichten belastet, dass dadurch sämmtliche absteigende Maschinentheile und Körper (möglichst) ausbalancirt (im Gleichgewicht erhalten) werden. Der viereckigen Gestalt der Plattform *gg* und des Käfigs *gh* correspondirend, sind auch vier hohle Säulen *kk* vorhanden. Dass die Plattform (und der Käfig) an letzteren eine entsprechende Führung erhalten, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Das erforderliche Druckwasser wird von *d* aus durch das Rohr *c* dem Presscylinder *a* zugeführt und mittelst eines geeigneten Apparates *f* entsprechend geregelt, so zwar, dass man durch Stellung eines Schiebers das Druckwasser (beim Erheben) in die Röhre *c* treten oder

1) Lacroix „Études sur l'Exposition de 1867". 6e Série, pag. 426.

dies Wasser (beim Niedergehen) durch ein besonderes Rohr *e* abfliessen lassen kann.

In dem speciellen Falle (Pariser Ausstellungs-Palais von 1867) hatte man das Rohr *a* auf mehr als 20 Meter Tiefe in den Boden versenkt, weil die betreffende Gebäudehöhe einen 20 Meter hohen Hub des Kolbens *b* erforderlich machte. Letztere hatte 0,25 Meter Durchmesser und der gegen denselben ausgeübte Druck betrug im Maximum 1500 Kilogramm [1]).

Die Edoux'schen Aufzüge hielt man anfänglich für absolut sicher, bis ein Unfall im Grand-Hôtel (Boulevard des Capucins) zu Paris eines Anderen belehrte [2]).

Dieser Unfall wurde hervorgerufen durch einen Bruch an der Verbindungsstelle zwischen Plunger und Fahrkorb. Der losgelöste Korb hing nur noch in den Gegengewichtsketten und wurde infolge dessen durch die Gegengewichte mit so grosser Geschwindigkeit in die Höhe gezogen, dass er oben anschlug, hierdurch sich von den Ketten losriss und demnach frei in den Führungsschienen herunter fallen musste, wodurch der Tod der Insassen herbeigeführt wurde. Der Kolben war unterdessen durch sein eigenes Gewicht niedergegangen.

Hieraus erhellt aber, dass die Verbindung des Fahrkorbes mit dem Kolben so hergestellt werden muss, dass ein Loslösen dieser beiden Körper nicht stattfinden kann. Eben so muss der Kolben, sobald er aus schmiedeeisernen Röhren in verschiedenen Längen zusammengeschraubt wird, ein starres Ganzes bilden, so dass ein Loslösen einzelner Verschraubungen unmöglich ist.

Alle diese und noch andere Vorsichtsmaassregeln hat man bei dem hydraulischen Personen-Aufzuge im Eisenbahnhotel zu Berlin in Anwendung gebracht [3]). Insbesondere hat man die Verbindung des Fahrkorbes mit dem Kolben dadurch gesichert, dass durch den ganzen (hohlen) Kolben eine Rundeisenstange von 25 mm Stärke geführt wurde, welche aus einzelnen Längen in der solidesten Weise verschraubt ist und eine starre Verbindung des Fahrkorbes mit dem Kolben herstellt. Ausserdem hat man noch Winkeleisenstreben zur Verbindung der beiden genannten Körper angebracht.

Ein ebenso interessanter, wie technisch wichtiger hydraulischer Aufzug zum Heben und Senken von Eisenbahnwagen wurde bereits früher (1853) für den Transport von Wagen und Gütern über den Rhein zwischen Ruhrort und Homberg (gleichsam als Fortsetzung der Aachen-Düsseldorfer Eisenbahn

1) Ueber andere hydraulische Aufzüge französischer Ingenieure (namentlich einen solchen Aufzug von Duvergier in Lyon für die Lyoner Eisenbahnstation Vaise) berichtet Armengaud in seinem Werke: Publication Industrielle des Machines. Vol. 17. pag. 531. Mit Abbildungen auf Tafel 41.

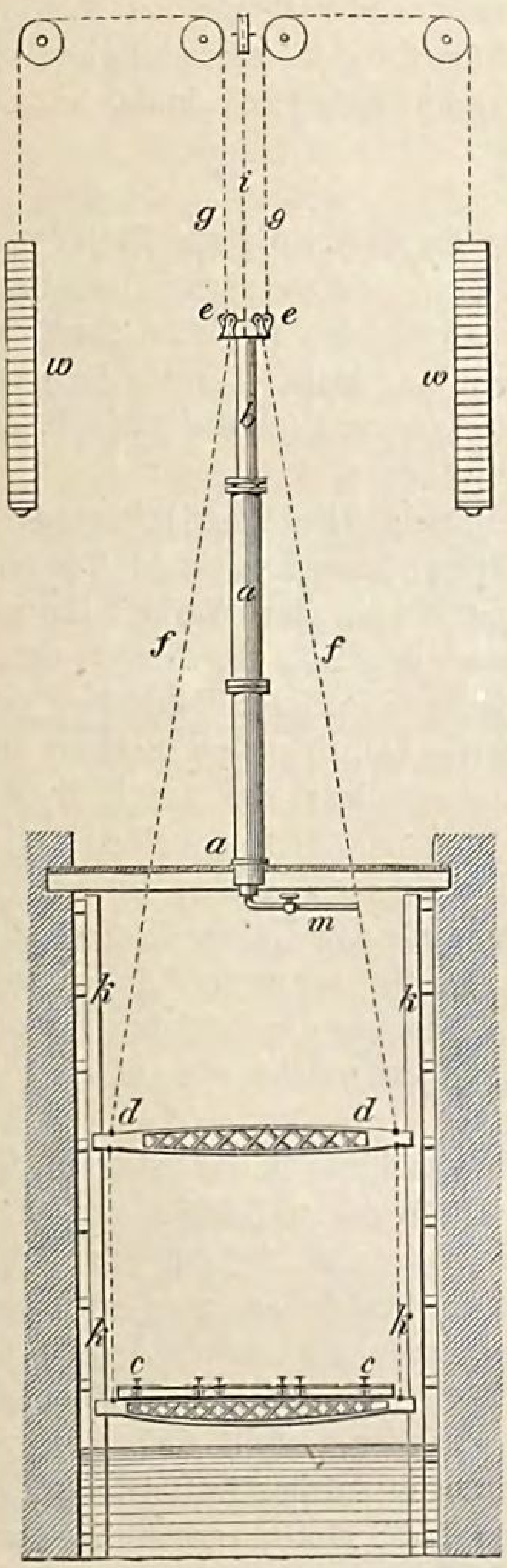
2) Ueber diesen Unfall wird u. A. genau berichtet im Hannoverschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe, Jahrgang 1878, S. 85 ff.

3) Ausführlich beschrieben und durch schöne Abbildungen erläutert im 59. Jahrgange (1880) der Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, S. 16—23. Es werden hier erörtert: 1) die Personenaufzüge, 2) der Gepäckaufzug und 3) die Speiseaufzüge.

über Ruhrort hinaus nach Köln) hergestellt und in Gang gebracht[1]). Die wesentlichsten Theile der hier getroffenen Anordnung lässt Fig. 47 erkennen.

Dabei ist *aa* der Cylinder zur Aufnahme des Hebkolbens. Die Aufstellung des Hebcylinders über der Plattform oder Hebebühne war deshalb und zwar so hoch zu nehmen, weil man die zu transportirenden Wagen bis nahe auf den niedrigsten Rheinspiegel senken musste. Die bewegliche Bühne *ccdd* wurde dabei durch starke Ketten *ff* an den Kopf *e* des Kolbens *bb* gehangen. Um einen Theil des Eigengewichts der Bühne *cddc*, der Kette *ff*, des Kolbens *b* nebst Kreuzkopf *e* zu balanciren, brachte man Gegengewichte *ww* an.

Fig. 47.



Die ganze Fahrbühne *ccd* bildet, ihrer rohen geometrischen Gestalt nach, in der (hier nicht abgebildeten) Seitenansicht ein gleichschenkliges Dreieck, wovon die Plattform *cc* (ihrer Längenrichtung nach, normal zur Bildfläche von Fig. 47) die Basis und der Träger *d* die Spitze ist. Hervorgehoben zu werden verdient, dass die Führung der Bühne nicht an deren vier Ecken, sondern in der Mitte der Länge in zwei Führungsständern und zwar einmal durch einen Träger unterhalb der Bühne *cc* und dann durch die Enden des die Bühne absteifenden Trägers *dd* geschieht. Diese Führung veranlasst sehr geringe Reibung, verhindert das Kanten und bietet die Möglichkeit einer soliden Befestigung.

In der Regel stellt man auf die Bühne zwei Eisenbahnwagen (auf jedes der beiden äusseren 24 Fuss langen Gleise einen) vom Maximalgewichte = 200 Ctr. Zwischen den beiden genannten Gleisen ist ein drittes Gleis (von 35 Fuss Länge) eingelegt, welches namentlich dann benutzt wird, wenn es sich um den Transport vierrädriger Wagen handelt, welche mit langen Gegenständen belastet sind. Das gesammte Eigengewicht der Bühne mit Zubehör ist 60859 Pfd. Der Durchmesser des Druckwasserkolbens beträgt 12 Zoll engl., sein grösster Hub $27^3/_4$ Fuss engl. und die Höhe des Cylinders *a* $29^3/_4$ Fuss.

1) Erbkam, „Zeitschrift für Bauwesen". Jahrg. VII (1857), S. 347 unter der Ueberschrift: „Die Homberg-Ruhrorter-Rheintraject-Anstalt".

Unter Zuziehung eines nebenbei placirten Accumulators[1]), dessen gespannte Wässer im Rohre *m* dem Cylinder *a* zugeführt werden, kann gegen den Quadratzoll (engl.) der Querschnittsfläche des Kolbens *b* ein Druck von 650 Pfd. oder eine Pressung von mehr als 44 $\left(\text{genauer } \frac{6500}{147}\right)$ Atmosphären ausgeübt werden. Hiervon gehen jedoch circa 161 Pfd. pro Quadratzoll für Reibungswiderstände ab, so dass ein resultirender Druck von 489 Pfd. pro Quadratzoll verbleibt. Die Zeit eines Aufzuges der belasteten Bühne beträgt in der Regel $^1/_2$ Minute, wonach sich die Fahrgeschwindigkeit von $\frac{27,75}{30} = 0,92$ Fuss pro Secunde ergiebt.

Schliesslich werde noch erwähnt, dass eine dritte Kette *i* am Kreuzkopfe *e* des Kolbens *b* dazu dient, einen zweiten aber kleineren Wasserdruckmaschinencylinder mit dem grossen (*b*) zu verbinden. Diese kleinere Maschine dient zur Hebung der leeren Bühne, wobei der geringere nur halb so grosse Hub wie der des grossen Kolbens mit Hülfe eines Flaschenzuges (ähnlich wie S. 44) verdoppelt wird.

Von noch anderen bemerkenswerthen hydraulischen Hebevorrichtungen erwähnen wir noch die der Borsig'schen Maschinenbauanstalt in Berlin, mittelst welcher Locomotiven und Tender vom Niveau der Werkstätten gehoben werden, indem dieses etwa $6^1/_2$ Fuss tiefer liegt, als das Niveau daran liegender Schienengleise (der Borsigstrasse), die nach Berliner Bahnhöfen (für Weltverkehrsbahnen) führen. In der Fabrik fertig montirte Locomotiven und Tender können durch diese Hebevorrichtung unmittelbar auf das Schienensystem des mitteleuropäischen Kontinentes gelangen. Die Presskolben dreier hydraulischer Pressen (mit Kolben von 42 Zoll Durchmesser) bilden die wesentlichen Betriebstheile, wobei die Hubhöhe der betreffenden Bühne 78 Zoll oder 6 Fuss 6 Zoll beträgt. Besonders bemerkenswerth ist noch die selbstthätige Ausrückung, durch welche die Schliessung der Schieber für den Zufluss des Wassers ausgeführt wird und in Bezug auf welche wir auf die hier benutzte unten citirte Quelle verweisen müssen[2]).

Eine der grossartigsten hydraulischen Hebmaschinen findet sich in den Londoner Victoria-Docks in Thätigkeit, mit Hülfe deren Schiffe von 2500 Tons und mehr Lastigkeit vertical aus dem Wasser zu heben sind. Die hier vom Ingenieur Clark getroffene Anordnung[3]) besteht aus zwei parallelen Reihen von je 16 gusseisernen hohlen Säulen, deren senkrechte Achsen um 6,248 Meter von einander abstehen, dies Maass in der geraden Linie genommen, in welcher die 16 Röhren einer Reihe neben einander gestellt sind. Je zwei dieser Säulen stehen einander gegenüber und zwar in solcher Entfernung, dass zwischen den Aussenwänden ein freier Raum von 18,88 Meter verbleibt, woraus erhellt, dass Schiffe von der grössten Breite gehoben werden können.

1) Zum Betriebe der den Accumulator speisenden Pumpen dient eine Dampfmaschine mit zwei horizontalliegenden Cylindern von 30 Pferdekraft.

2) Wiebe, Skizzenbuch für den Maschinenbau. Heft XXII, Blatt 5.

3) Ausführlich beschrieben und mit einer (grossen) Tafel Abbildungen begleitet in Förster's „Allgemeiner Bauzeitung", 43. Jahrgang (1868/69), Seite 280, Tafel 54.

Sämmtliche Säulen hat man in ein dem Fluthwechsel nicht unterworfenes Bassin gehörig versenkt und befestigt, an den oberen Enden aber durch eine Brücke mit einander vereinigt, so dass ihre Stabilität eine grosse und ihr unverrückbarer verticaler Stand ein ganz sicherer ist. Jede solche Säule ist im Innern mit einem starken, ebenfalls hohlen Cylinder, dem Hebcylinder, ausgestattet, der wiederum nichts anderes als der Arbeitskolben einer hydraulischen Presse ist. Zwölf von einer 50pferdigen Dampfmaschine getriebene Druckpumpen treiben entsprechend Wasser in jeden der Hebcylinder.

Um ein Schiff zu heben, wird ein der Grösse des Schiffes entsprechendes Ponton, das mit Schützen und Ventilen zum Ein- und Auslassen von Wasser versehen ist, zwischen die Säulen geführt, dort mit den Köpfen der Presskolben in Verbindung gebracht und so tief gesenkt, dass seine Brücke (Plattform) tiefer als der Kiel des zu hebenden (und zu dockenden) Schiffes zu liegen kommt. Hat dann letzteres die entsprechende Stellung zum Ponton, so setzt man die Druckpumpen der hydraulischen Pressen in Thätigkeit und lässt das Schiff anheben etc.

In der Regel erfolgt eine Hebung auf 8 Meter Höhe in 30 Minuten, so dass die Steiggeschwindigkeit 0,0044 Meter pro Secunde beträgt. Der Flächeninhalt aller 12 Druckpumpen berechnet sich zu 0,02127 Quadratmeter, der sämmtlicher zugleich arbeitender Kolben der Hebcylinder zu 1,6213 Quadratmeter, so dass der von der Dampfmaschine auf die Pumpenkolben übergetragene Druck mit 76 $\left(=\frac{1,6213}{0,02172}\right)$ multiplicirt wird. Hiernach wird in unserer Quelle die grösste Hublast zu 7296 Tonnen angegeben.

Zu den neuesten, beachtenswerthesten Fördermaschinen, wobei hydraulischer Druck als Hebkraft benutzt wird, gehören besonders der Personenaufzug des Ingenieurs Heurtebise in Paris[1]) und die Anordnungen der englischen Ingenieure Clark und Standfield[2]) zum Heben und Senken von grossen (Schiffs-)Kanonen[3]), Schiffen bei Schleusenanlagen ohne Treppen.

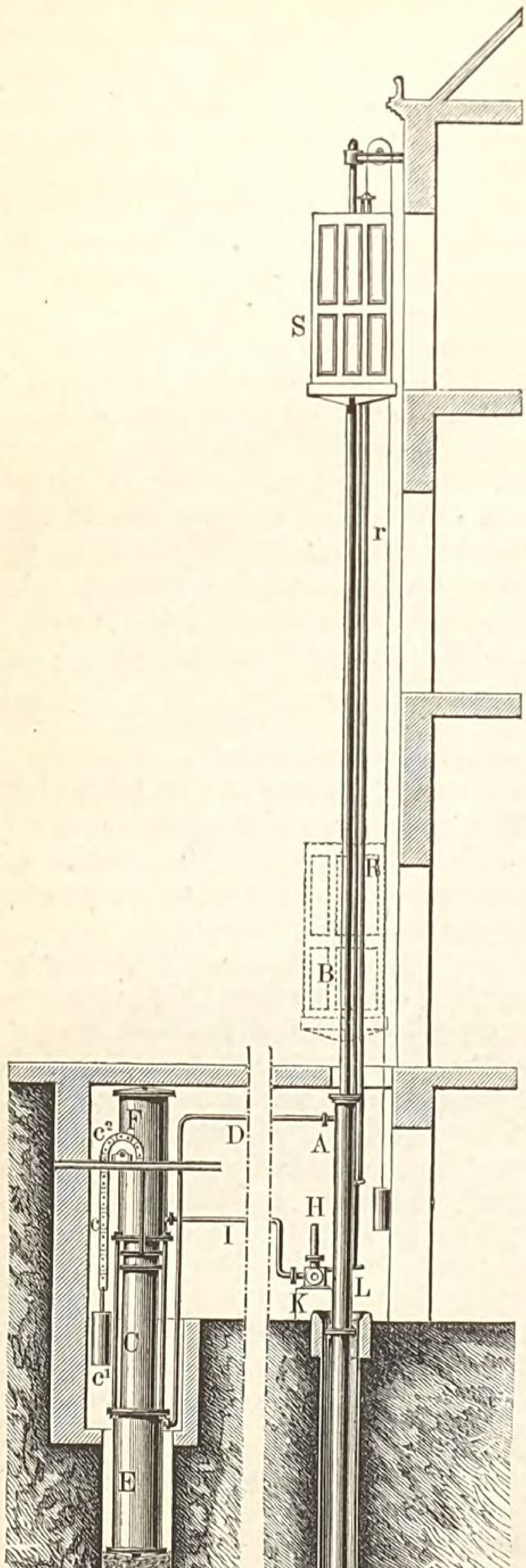
Zuerst werde über Heurtebise's Personenaufzug mit hydraulischem Gestänge berichtet, der, nach dem bereits (S. 64) erwähnten Fahrstuhlunglück im Grand-Hôtel zu Paris überall eine sehr günstige Beurtheilung erfahren hat. Hierbei ist das Aufhängen des Aufzug-Treibkolbens (Förderkolbens, Fahrstuhlkolbens) *B* (Fig. 48) an Gegengewichten dadurch entbehrlich gemacht, dass man das wirksame Druckwasser nicht direct auf den Treibkolben, sondern auf einen eingeschalteten sogenannten Compensator in der Gestalt eines Taucher- oder Plungerkolbens (Kolbens ohne Liederung) hat wirken lassen, wobei das

1) Kaiserlich Deutsche Patentschrift Nr. 10911, vom 27. Septbr. 1880 (Aufzug mit hydraulischem Gestänge). Ferner A. Ernst in Halberstadt (der Verfasser des bereits oben empfohlenen Werkes „die Hebzeuge") in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Jahrg. 1883, Seite 329.

2) Englische Patent-Specification, Nr. 2489 vom 19. Juli 1873. „Hydraulic Apparatus".

3) Schemfil, die neuesten Canal- und Hafen-Werkzeuge in Frankreich und England.

Fig. 48.



zwischen diesem Kolben *C* und dem Treibkolben *B* eingeschlossene Wasser ein hydraulisches Gestänge bildet.

Auf dem in den Cylinder *A* tauchenden Förderkolben *B* ist der Fahrstuhl (Beförderungsraum) *S* befestigt, von wo aus man auch die Fahrt reguliren kann.

Vermittelst eines Wasserrohres *D* steht der lange Cylinder *A* mit dem unteren Raume *E* des Compensators in Verbindung. Dabei ist *E* der untere, *F* der obere Druckcylinder mit dem Druckwasser. Beide Cylinder *E* und *F* haben den Taucherkolben *C* gemeinschaftlich. Der Cylinder *E* erhält das Druckwasser durch das Zufuhrrohr *H*. *J* ist das Zu- und Ableitungsrohr für den Cylinder *F*, das Rohr für das in dem Cylinder *F* benutzte Wasser fliesst in einem, zwischen den Buchstaben *K* und *L* liegenden, Rohre ab und ist in unserer Abbildung weggelassen[1]).

Bei *K* ist ein Wasservertheilungsapparat angebracht, ein sogenannter *D*-Schieber, der zwei verschiedene Wege öffnet oder schliesst, je nachdem das Aufschlagwasser durch *H* und *J* in den oberen Theil *F* des Compensators treten, oder der untere Theil *E* des Compensators mit

1) In den Abbildungen der (pag. 67, Note 2) citirten deutschen Patentschrift (Nr. 10911) ist dieses Abflussrohr deutlicher hervorgehoben. Ueberhaupt hat der Verfasser zu bedauern, dass die dem Armengaud'schen Werke entnommene Abbildung (Fig. 48) bereits vollendet war, als ihm die der Patentschrift zu Gesicht kam.

dem Treibcylinder *A* in Verbindung gebracht werden soll. Dem Rohre *H* wird das Aufschlagwasser aus der Pariser Stadt-Wasserkunst unter dem Drucke einer Wassersäule von 25 bis 35 Meter Höhe zugeführt. Auf den im Vertheilungsapparate *K* befindlichen Schieber kann noch ein Hebel *L* wirken, der vom Fördergefässe *S* aus vermöge einer Zugstange *r* in Thätigkeit zu setzen ist und vermittelst dessen man die Fahrt beschleunigen, verzögern oder ganz unterbrechen (anhalten) kann.

Ferner ist noch zu erwähnen, dass am Plungerkolben *C* seitlich Ketten angebracht sind, die man über feste Rollen c^2 geführt und an ihren unteren Enden mit Gewichten c^1 belastet hat. Letztere dienen dazu, den veränderlichen Auftrieb des Fahrstuhlkolbens *B* unwirksam zu machen.

Aus Vorstehendem erhellt nun, dass wenn zufolge der Stellung des Schiebers in *K* das Druckwasser über den Plunger *C* des Compensators treten kann, dieser abwärts getrieben wird und der Treibkolben *B* mit dem Beförderungsraum *S* steigt (sich aufwärts bewegt), so dass bei der höchsten Stellung von *S* der Compensatorkolben am weitesten herabgegangen ist. Wird dagegen das von *H* aus zufliessende Druckwasser abgesperrt und die Ausströmungsöffnung unter *K* hergestellt, so sinkt der Treibkolben mit dem Beförderungsraume *S*, gleichzeitig wird aber auch der Compensatorkolben *C* nach oben in dessen Theil *F* hineingetrieben, indem das vom niedergehenden Kolben *B* aus dem grossen Cylinder verdrängte Wasser durch das Rohr *D* nach *E* und damit unter den Plungerkolben *C* tritt und diesen aufwärts treibt.

Zur weiteren Erklärung der Action der ganzen Maschinerie wollen wir ferner annehmen, es befände sich der Treibkolben *B* am unteren Ende seines Weges, wobei in unserer Fig. 48 das Beförderungsgefäss (der Fahrstuhl) mit *R* bezeichnet und durch punktirte Linien markirt wurde. Der Taucherkolben *C* nimmt dabei seine grösste Höhenlage ein, wobei vorausgesetzt werden kann, dass in dieser Stellung Gleichgewicht zwischen dem Beförderungsraume und dem Kolben *B* einerseits und dem Gewichte des Taucherkolbens *C* andererseits, bestehe. Offenbar würde dies Gleichgewicht gestört werden, sobald der Kolben *B* um eine bestimmte Länge seinen Cylinder *A* verlassen hat. Diese Störung des Gleichgewichts wird der Gewichtsvermehrung entsprechen, welche der Taucherkolben *B* erhält, wenn er aus dem in dem Cylinder *A* befindlichen Wasser tritt, welcher Gewichtsüberschuss dem Gewichte des durch den Plungerkolben *C* verdrängten Wassers gleich ist. Um diese Gewichtsvermehrung zu vermeiden, müsste man die Bewegung mit einem Kraftüberschusse beginnen, was zu Stössen Veranlassung giebt, einen grösseren Druck bedingt und die begonnene Bewegung unterbrechen kann, wenn der Wasserdruck ein genau bemessener ist. Um jede Unterbrechung im Gleichgewichte der beiden Haupttheile zu vermeiden, hat Heurtebise jene Ausgleichsvorrichtung mit der schweren Kette cc^2 mit dem Gewichte c^1 an deren freiem Ende angebracht, welche bereits vorher erörtert wurde.

Endlich hat der Constructeur noch eine selbstthätige hydraulische Bremse angeordnet, wodurch der zu schnelle Fall des Fördergefässes verhindert werden soll. Diese Bremse wird zwischen den Treibcylindern *A* und dem Compensator *EFC* eingeschaltet.

Heurtebise construirt diese Bremse entweder so, wie Fig. 49 oder so, wie Fig. 50 erkennen lässt.

Dieselbe besteht aus einem hohlen Kolben *M*, der in einem Gehäuse auf- und abgleiten kann und oben bei *q* (indirect) durch einen mit Gewichten beschwerten Hebel belastet werden kann.

Das bei N^1 ein- und bei N^2 austretende Druckwasser wirkt auf den Kolben *M* und sucht denselben zu heben. Bei normalen Druckverhältnissen in der Rohrleitung wird das Aufsteigen des Kolbens durch die bei *q* wirkende

Fig. 49.

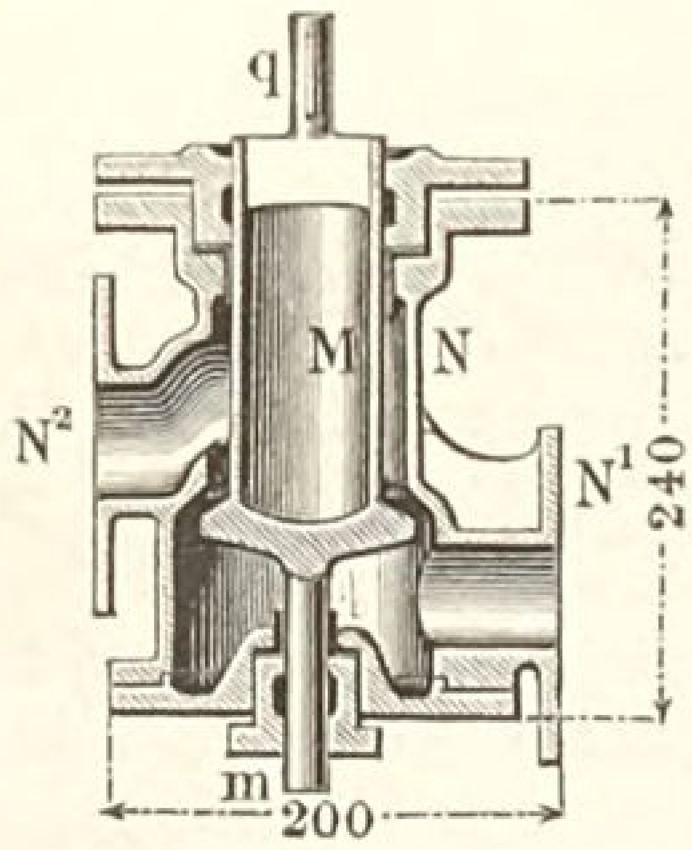
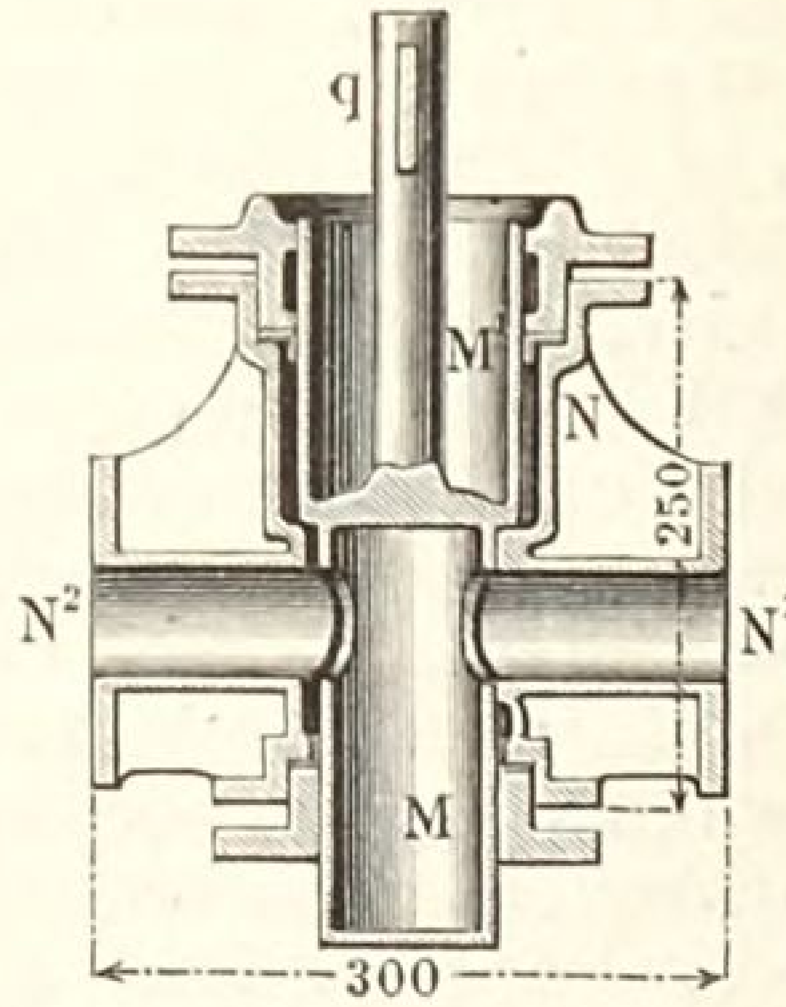


Fig. 50.



Belastung verhindert. Ueberschreitet dagegen der Wasserdruck das bestimmte normale Maass, so wird *M* gehoben uud die Durchflussöffnung entsprechend vermindert oder gänzlich geschlossen, je nach der Grösse des eingetretenen Druckunterschiedes.

Wie die eine unserer Quellen angiebt, haben in Paris mit diesen hydraulischen Bremsen angestellte Versuche die in Aussicht gestellte Wirksamkeit derselben vollkommen bestätigt[2]).

Zur Berechnung derartiger hydraulischer Aufzüge sind die von Herrn Ernst aufgestellten Formeln[3]) besonders zu empfehlen.

Wir wenden uns nun zu den hydraulischen Hebeapparaten, welche man neuerdings benutzt, wenn man bei Canalanlagen die Anzahl der erforderlichen sogenannten Schleussentreppen vermindern oder diese ganz vermeiden und die Schiffe in senkrechter Richtung durch Wasserdruck heben will.

So viel der Verfasser zu erforschen vermochte, wurde die erste Anlage zur senkrechten Schiffserhebung von Edwin Clark in England und zwar bei Anderton in Cheshire (im Jahre 1872) ausgeführt[4]).

1) Armengaud, Publication Industrielle, 27. Vol. (1881), pag. 558.

2) Ueber noch andere (Berliner) hydraulische Aufzüge berichtet das (Berliner) Wochenblatt für Architekten und Ingenieure vom 14. März 1884, von S. 108 bis mit S. 122.

3) A. a. O., S. 575—578.

4) Durch die hydraulische Hebung von Canalschiffen bei Anderton (einem kleinen Ort, etwa 20 Minuten von Harford Station, zwischen Norwich und War-

Die betreffenden Schiffe werden hier, zugleich mit den geschlossenen Schleussenkammern, in welchen sie schwimmen, in ein 50 Fuss (engl.), 15,35 m höher gelegenes Canalbett gefördert. Dabei hat Clark das Princip der Doppelaufzüge mit gegenseitiger Ausbalancirung (eine Art hydrostatischer Waage) in Anwendung gebracht, d. h. zwei bewegliche Schleussenkammern neben einander angeordnet, von denen die eine niedergeht, während die andere aufsteigt. Eine verbesserte derartige Anlage zur senkrechten Hebung von Canalschiffen hat nachher Clark, in Verbindung mit bereits Seite 67, Note 2, genanntem Ingenieur Standfield, in Frankreich zu Fontinette bei Arques am Canal von Neufossé, ungefähr 4300 Meter stromaufwärts von St. Omer ausgeführt [1]). Diese Anlage dient als Ersatz von 5 über einander liegenden Schleussen (die eine Höhe von 13,13 m übersetzten) und wodurch der Verkehr erheblich gestört wurde.

Völlig neu ist hier die Rücksichtnahme auf den veränderlichen Auftrieb der in das Wasser eintauchenden Treibkolben, auf welchen Ausgleich bei dem Hebewerke zu Anderton noch nicht Rücksicht genommen war.

Während in Anderton bei jedem Hube die Mitwirkung eines Accumulators (S. 42) nothwendig wird, sind bei Fontinettes nur Reserve-Accumulatoren erforderlich, die lediglich in Thätigkeit treten, wenn der Maschinist die genaue rechtzeitige Umsteuerung verabsäumt, oder wenn Veränderungen in dem Wasserstande der Canäle eine Aenderung der relativen Schleussenkammerstellungen bedingen, oder endlich Wasserverluste in den Treibcylindern zu ergänzen sind.

Die Haupttheile der Disposition des ganzen Werkes ergeben sich aus der hier folgenden Skizze (Fig. 51).

Jede der vorhandenen beiden Schleussenkammern K_1, K_2 (Gefässe zur Aufnahme der Schiffe) ruhen, wie in Anderton, auf Stempeln oder cylindrischen Kolben (wie bei Heurtebise's Aufzuge, S. 68), beziehungsweise A_1 und A_2, welchen man hier die colossalen Durchmesser von je zwei Metern gegeben hat. Die Dimensionen der Kammern K_1 und K_2 sind der Grösse des Normal-Canalschiffes angepasst, welches 38,5 m Länge, 5 m Breite und 1,80 m Tauchung hat. (Bei der Maximalbelastuug 6 m Breite und 2 m Wassertiefe). Hiernach hat man den Kammern 45 m Länge und 6 m Breite gegeben.

rington) wird es möglich, Schiffe von dem Flusse Weaver auf den Trent- und Mersey-Canal zu bringen.

Ausführlich berichtet über den Ascensor in Anderton, Schemfil in dem bereits oben angegebenen Buche: „Die neuesten Canal- und Hafen-Werkzeuge in Frankreich und England“, S. 2 ff. Der Beschreibung ist eine ganze Tafel Abbildungen beigefügt.

Auch Colyer liefert (a. a. O. pag. 17) von diesem Hebewerke Abbildung und Beschreibung.

1) Ausführlich beschrieben und durch Abbildungen in Holzschnitt erläutert in folgenden Quellen:

a. Centralblatt der preussischen Bauverwaltung. Jahrg. II (1882), S. 396.

b. Das englische Journal: „The Engineer“ vom 7. April 1882, pag. 247.

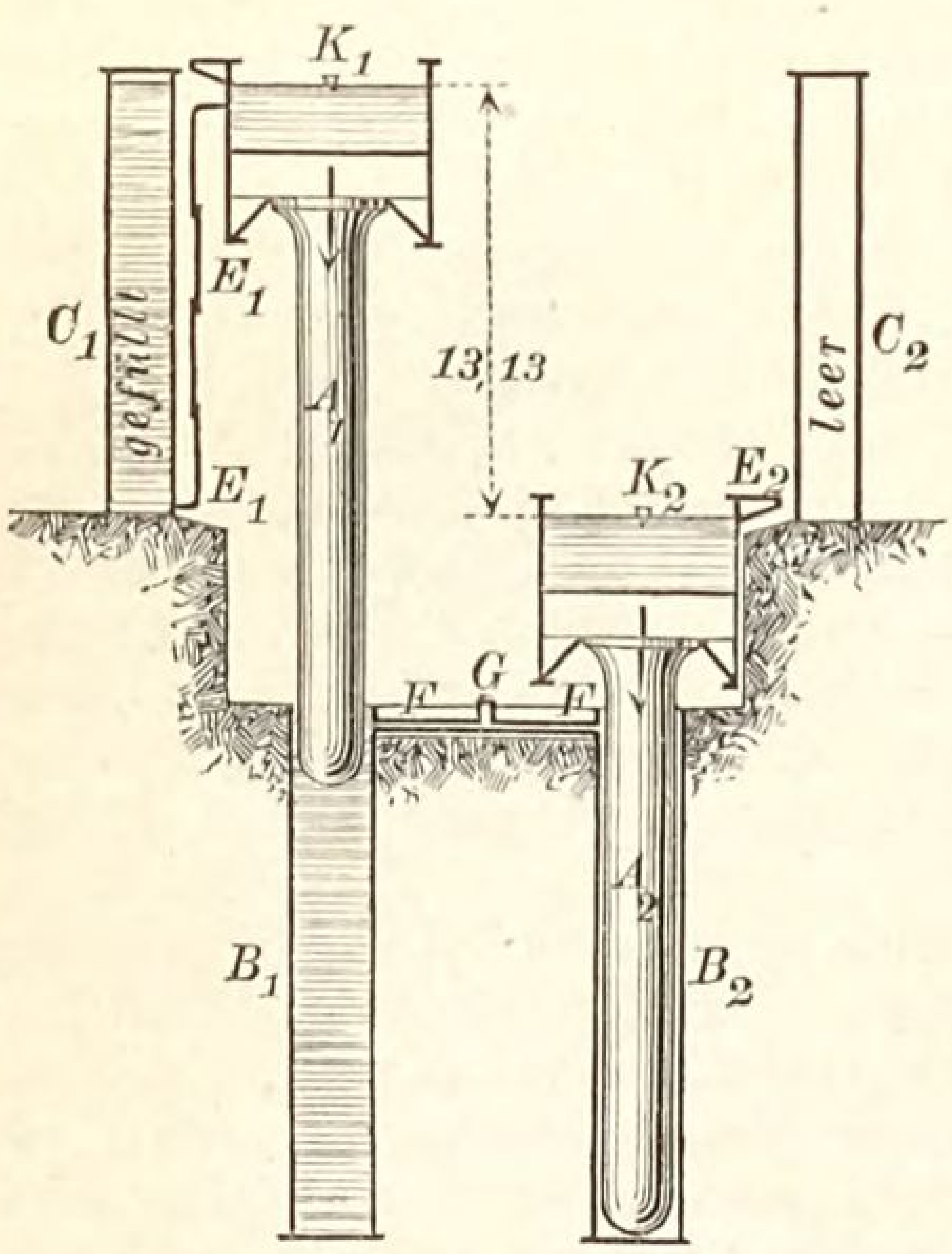
c. Schemfil, a. a. O., S. 8 ff.

d. A. Ernst in seinem Werke „Die Hebzeuge“, S. 631 ff. und im Maihefte (Nr. 5) der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, S. 335 ff.

Die Cylinder B_1 und B_2 beider Kammern sind unter einander durch die horizontal liegende Röhre F verbunden. Erhält daher die oben befindliche Kammer K_1 ein Uebergewicht durch Einfüllen einer gewissen Wassermenge, so wird der unten befindliche leichtere Kasten K_2 durch seinen Stempel in die Höhe gedrückt.

Um die Veränderlichkeit des Auftriebes der Treibkolben selbst auszugleichen, durch welche sich der Druck des niedergehenden Kolbens fortwährend vermindert, während der Gegendruck des aufsteigenden Kolbens ebenso fortwährend zunimmt, sind in zwei Eckthürmen[1]), welche dem Untercanale zunächst liegen, zwei gusseiserne Cylinder C_1 und C_2 untergebracht, welche durch Gelenkrohre E_1 und E_2 mit den benachbarten Schleussenkammern in Verbindung stehen. Nach dem hydrostatischen Gesetze der communicirenden Röhren muss demnach jederzeit in dem Cylinder C_1 und in der Schleussenkammer K_1 einerseits, wie in der Kammer K_2 und in dem Cylinder C_2 andererseits, das Wasser gleich hoch stehen.

Fig. 51.



Bei der in unserer Abbildung angenommenen Stellung hat sich die Füllung des Cylinders C_2 vollständig in die Schleussenkammer K_2 entleert, während umgekehrt der Cylinder C_1 sich aus der Kammer K_2 bis zur Höhe des Oberwasserspiegels gefüllt hat. Clark wählte nun für die Cylinder C_1 und C_2 genau dieselben Querschnitte wie für die Treibcylinder B_1 und B_2. Alsdann ist aber sofort ersichtlich, dass die Erhöhung des Auftriebes, welchen der K_2 zugehörige Treibkolben A_2 während des Sinkens in die tiefste Stellung erleidet, in jedem Augenblicke durch die allmälige Entleerung des Ausgleichscylinders C_2 in die Kammer K_2 abbalancirt wird, und dass ebenso die Erhöhung des Gegendrucks, welchen der zu K_1 gehörige Treibkolben A_1 während des Aufsteigens durch Verminderung seines Auftriebes ausüben würde, vollständig durch die gleichförmige Entlastung der Schleussenkammer K_1 ausgeglichen wird, welche ein der Auftriebverminderung genau entsprechendes Wasserquantum in den Cylinder C_1 überströmen lässt.

Da das Gesammtgewicht der zu hebenden Last (Schleussenkammer, Wasserfüllung und Treibkolben) circa 842000 Kilogr. beträgt und der Querschnitt jedes der Treibkolben $(200)^2 \frac{\pi}{4} = (200)^2 . 0{,}785 = 31416$ Quadratcentimeter

1) In unserer Skizze weggelassen. In den hier benutzten, auf Seite 71, Note 1 angegebenen Quellen überall zu erkennen.

ist, so findet in jedem der Cylinder B_1 und B_2 ein Druck von $\frac{842000}{31416} = 26,8$ Kilogramm pro Quadratcentimeter oder von fast 27 Atmosphären statt.

Was die bereits oben erwähnten Reserve-Accumulatoren betrifft, welche hauptsächlich zur Ausgleichung der Wasserverluste in den Presscylindern B_1 und B_2, so wie zur Hebung der Kammern K_1 und K_2 bis zum Spiegel des höchsten Wasserstandes, d. i. um (nur) 20 Centimeter bestimmt sind, so befinden sich diese ebenfalls in den Nebenthürmen des Hebewerkes. Die Presskolben dieser Accumulatoren[1]) haben 45 Centimeter Durchmesser und 8 Meter Hub, so dass sich der Inhalt des betreffenden Cylinders zu 1,272 Cubikmeter berechnet. Durch ein 5 Centimeter weites Rohr ist jeder Accumulator mit dem Oberwasser verbunden, durch ein zweites Rohr von gleichem Durchmesser mit den Presscylindern B_1 und B_2 der Kammern. Bei letzteren ist durch ein selbstthätiges Ventil der Eintritt des Wassers von den Presscylindern in den Accumulator ausgeschlossen.

Die Pressung im Cylinder des Accumulators, auf 30 Atmosphären festgesetzt, erforderte eine Totalbelastung des betreffenden Kolbens von $(45)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 30 =$ 47713 Kilogramm pro Quadratcentimeter[2]).

In der unten (Note 2) notirten Quelle wird (S. 396) noch berichtet, dass man jetzt in Frankreich nicht nur für neue Entwürfe derartige maschinelle Anlagen in Aussicht nimmt, sondern sie auch bei älteren Canälen zur Ersetzung von Schleussentreppen plant.

Noch andere, namentlich in Amerika in Anwendung befindliche hydraulische Aufzüge, finden sich beschrieben und durch schöne Abbildungen erläutert in dem bereits oben (S. 62) empfohlenen Riedler'schen Berichte (Heft XX) über die Weltausstellung in Philadelphia vom Jahre 1876.

Eine sogenannte pneumatische Aufzugsmaschine, d. h. eine solche, wo nur atmosphärische Luft die wirksame Druckkraft bildet, lässt Fig. 52 erkennen. Der hier dargestellte specielle Fall bezieht sich auf Gichtaufzüge, wie solche nach Angaben des englischen Ingenieurs Gjers auf den Ayresome-Eisenwerken (Middlesbrough) und auch an anderen Orten in Anwendung befindlich sind[3]).

1) In dem vorher genannten Centralblatte der preussischen Bauverwaltung, S. 407, abgebildet.

2) Welchen enormen Zeitgewinn diese Art von Schiffshebung gegenüber den gewöhnlichen (Treppen-) Schleussen bietet, erhellt aus folgenden Angaben (Centralblatt der Bauverwaltung, 1882, S. 396).

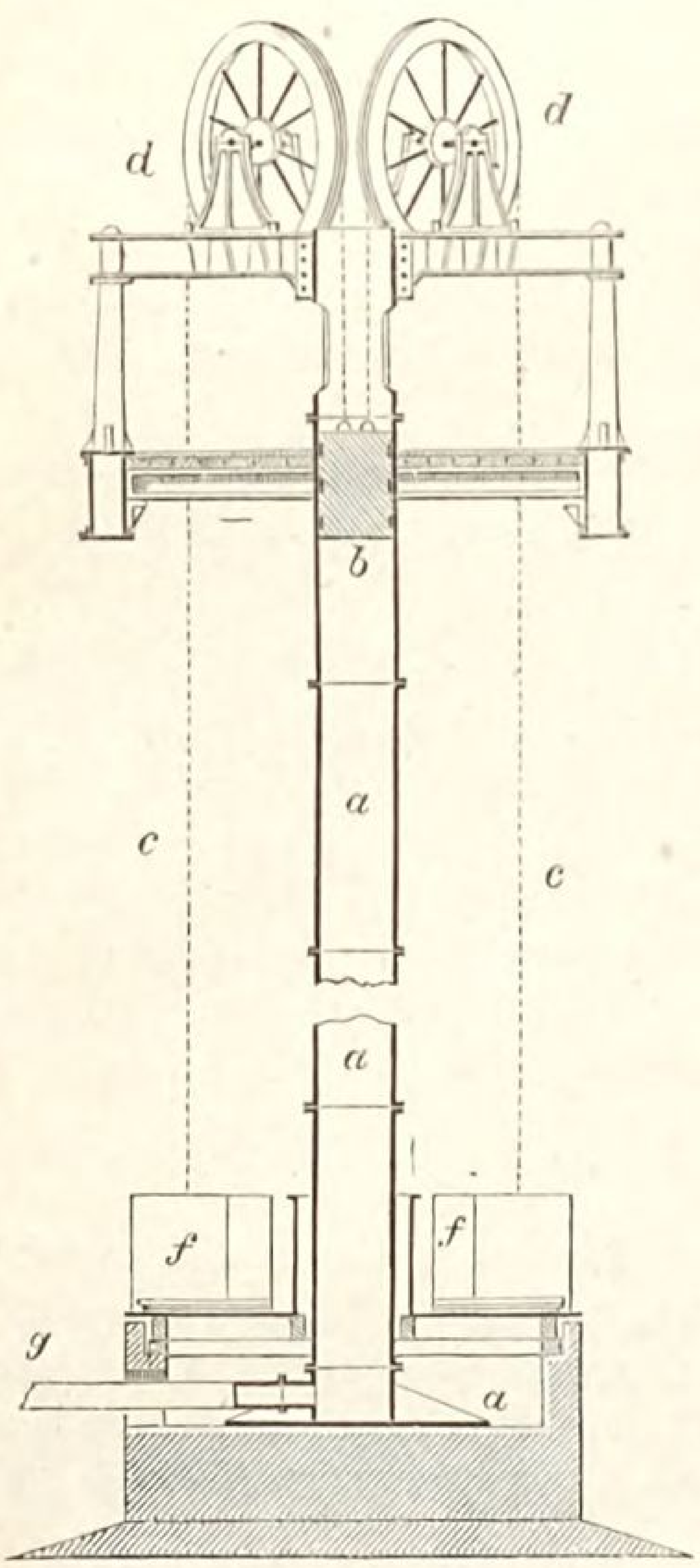
Es beträgt die Zeitdauer, um eine Tonne (= 1000 Kilogr.) einen Meter hoch zu heben:

0,88 Secunden bei dem Elevator des Grand-Western-Canals,
0,37 „ „ der Anlage zu Anderton,
2,35 „ „ einer (gewöhnlichen) Schleusse mit 20 Minuten Schleussungsdauer.

3) Engineering vom 24. Mai 1872, S. 343.

Den Hauptttheil eines solchen Aufzuges bildet eine vertical stehende gusseiserne cylindrische Säule (Röhre) von 36 Zoll Durchmesser, die aus Theilen von 10 Fuss Länge mittelst Flantschen und Schraubenbolzen fest und luftdicht zusammengesetzt ist. In diesem Cylinder (von 80, 90 und mehr Fuss Höhe) läuft ein gusseiserner, mit Dichtungsringen ausgestatteter Kolben *b* auf und ab, wozu derselbe an vier Drahtseilen *cc* aufgehangen ist, die über ebenfalls vier diagonal zu einander gestellten Seilscheiben [1]) *d* geschlagen sind, während die anderen Seilenden die quadratische Plattform *f* von 15 Fuss Seitenlänge an je einer der vier Ecken fassen, woran die Plattform gehörig befestigt ist.

Fig. 52.



Durch ein Rohr *g*, welches einerseits in den Cylinder *a* mündet, andererseits mit einer Luftpumpe in Verbindung steht, wird entweder atmosphärische Luft aus dem Cylinder *a* herausgesogen oder solche in denselben hineingedrückt.

In unserer Abbildung (Fig. 52) nimmt der Arbeitskolben *b* die höchste Stelle im Cylinder *a* ein, wobei natürlich die Plattform *f* (von 10 Ctr. Gewicht) bereits unten angelangt ist. Um letztere mit den aufgestellten und mit Erzen etc. gefüllten Fördergefässen (gewöhnlich von 40 Ctr. Gewicht, so dass das Gesammtgewicht der beladenen Plattform 50 Ctr. beträgt) zum Aufsteigen zu veranlassen, lässt man die vorgedachte Luftpumpe [2]) als Sauger wirken, wodurch im Cylinder *a* ein luftverdünnter Raum erzeugt und vom überwiegenden Atmosphärendrucke auf die obere Endfläche des Kolbens *b* eine Pressung ausgeübt wird, die mehr als hinreichend ist, den Kolben *b* zum Niedergange und die belastete Plattform *f* zum Aufgange zu zwingen. Nach Entleerung der auf letzterer stehenden Fördergefässe macht man durch geeignete Anordnungen die Luftpumpe zur Compressionspumpe, wobei ein Ueberdruck von 2 Pfd. pro Quadratzoll schon hinreicht,

1) In der Abbildung (der Durchschnittsrichtung entsprechend) sind nur zwei dieser Seilscheiben sichtbar.

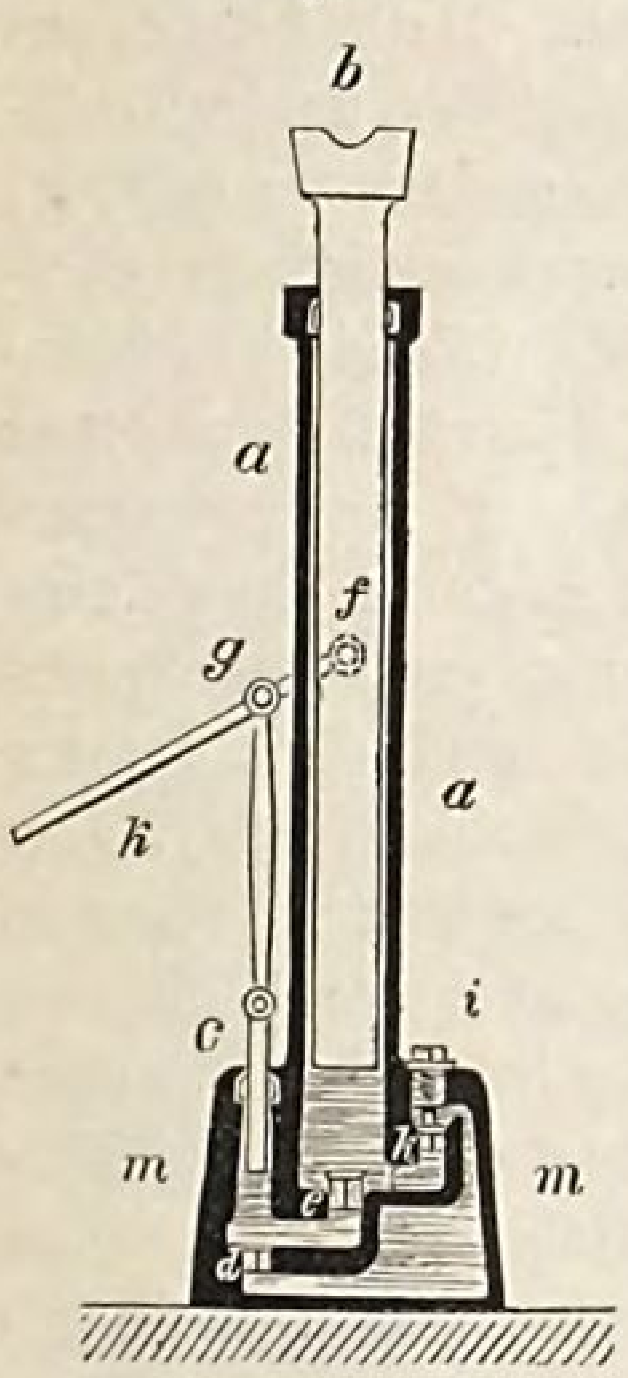
2) In unserer Quelle mit abgebildet. Die Bewegung der Luftpumpe wird durch eine zweicylindrige Dampfmaschine mit unter 45 Grad gegen den Horizont geneigten Cylindern erzeugt, deren Kolben 18 Zoll Durchmesser und 30 Zoll Hub haben.

den Niedergang der Plattform ganz eben so sanft und geräuschlos zu bewirken, wie dies bei der Aufgangsbewegung der Fall war. Die Geschwindigkeiten, womit das Heben und Senken der Plattform geschieht, können sehr leicht und sicher durch die Geschwindigkeit der Dampfmaschine regulirt werden, womit diese die Luftpumpe in Bewegung setzt.

Noch andere Maschinen zur pneumatischen Förderung beschreiben Weisbach[1]) und v. Hauer[2]) in den unten citirten Werken, auf welche für ausführlicheres Studium des Gegenstandes hier verwiesen werden muss.

Einen passenden Uebergang von den hydraulisch-pneumatischen Hebmaschinen zu denen, bei welchen man die einfachsten Hebelanordnungen wirksam gemacht hat, dürfte die Hebewinde (Fig. 53) der Mechaniker Tangye, Brothers & Price in Birmingham bilden. Aus der Abbildung erkennt man ohne Weiteres, dass diese Maschine in der That nichts anderes als eine kleine, tragbare, hydraulische Presse ist, wie solche bereits Bd. 2, S. 265, 268 ff. zu Zwecken der Oelfabrikation etc. beschrieben wurde. Hiernach ist *a* der unbewegliche (gusseiserne) Cylinder, in welchem sich am oberen Ende eine sogenannte Liederung befindet, um den Plunger-Kolben *b* luftdicht im Cylinder *a* auf- und abführen zu können. In dem mit Oel oder Wasser gefüllten Fusse *mm* der Maschine sind die bekannten Ventile, nämlich das Saugventil *d* und das Druckventil *e*, so wie ein drittes Ventil *k* befindlich, welches letztere jedoch während der Aufsteigzeit des Kolbens *b* durch eine Druckschraube *i* geschlossen gehalten und nur dann geöffnet wird, wenn man den Kolben *b* zum Niedergehen veranlassen und die im Cylinder *a* befindliche Druckflüssigkeit wieder in den Vorrathsraum des Fusskörpers *m* zurücktreiben will. Dass der Drehpunkt *f* des Arbeitshebels *fgh* am äusseren Mantel des Cylinders *a* befindlich ist und das Stück *fg* eine geeignete Gabel bildet, bedarf wohl ebensowenig hervorgehoben zu werden, wie die Anordnung der Druckpumpe mit dem Kolben *c*.

Fig. 53.



Um die Beschädigungen derartiger als Wagen- und Bauwinden vielfach benutzten Maschinen beim Gebrauche möglichst zu vermeiden, auch dieselben in der äusseren Form compacter zu machen, construiren die Engländer D. Adams & Co. in Hyde dieselben so, dass der ganze Betriebsmechanismus dem Auge verborgen und im Innern des Hauptkörpers der Winde versteckt ist. Ohne die Zweckmässigkeit dieser Anordnung zu verkennen, sind die im Innern verborgenen wirksamen Theile doch verhältnissmässig unzugänglich, und ist das Ganze, namentlich beim Reinigen, etwas complicirt. Wir unterlassen deshalb, hier Abbildungen beizufügen und verweisen auf die unten notirten Quellen[3]).

1) Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, §. 220.

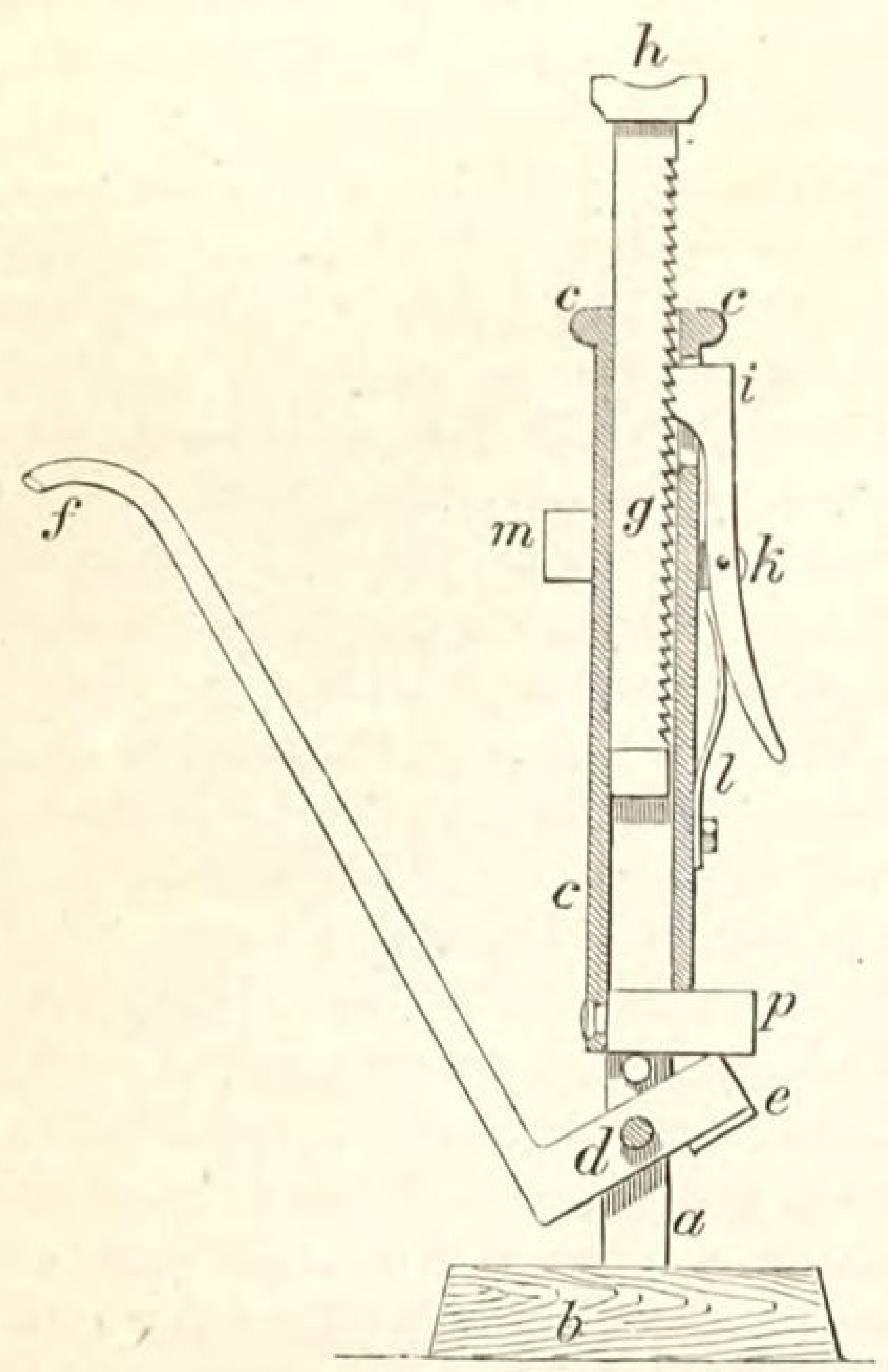
2) „Die Fördermaschinen der Bergwerke" und zwar die Abschnitte „Maschinen mit Lufttransmission", S. 340, und „Pneumatische Förderung", S. 437.

3) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen,

Eine zweckmässige sogenannte **Heblade**, wovon sich ein (auf der Wiener Weltausstellung 1873 gekauftes) mit Barbou (Breveté) markirtes Modell in der Maschinensammlung der technischen Hochschule in Hannover befindet, stellt Fig. 54 dar.

Die ganze für geringe Hubhöhen, beispielsweise zum Abstützen (Erheben) von Wagenachsen beim Abziehen eines der Räder, sehr praktische Maschine besteht im Wesentlichen aus vier Theilen. Erstens aus einem eisernen, von zwei Parallelstücken gebildeten Ständer *a*, der in einem Fussklotze *b* gehörig befestigt ist. Zweitens aus einer (im Querschnitte) viereckigen Hülse *cc*, die sich längs des Ständers *a* auf- und abschieben lässt. Drittens aus einem Winkelhebel *def*, dessen Drehpunkt *d* von einem Bolzen gebildet wird, der in correspondirenden Oeffnungen der beiden Wände des Ständers *a* passt. Viertens aus einer gezahnten Stange *g* mit ausgerundetem Kopfe *h*, in deren Zähne eine ebenfalls geeignet verzahnte Sperrklinke *ik* fasst und deren stetes Eingreifen durch eine Feder *l* veranlasst wird, welche letztere eben so wie der Drehpunkt *k* der Klinke *ik* an der Hülse *cc* befindlich ist. Eine Backenfeder *m* dient zum Einklemmen des Hebelarmes *df*, wenn die Maschine ausser Thätigkeit gesetzt wird.

Fig. 54.



Gebrauch und Wirkungsweise dieser Heblade versteht sich hiernach fast von selbst.

Zuerst den Hebel *fde* in Ruhezustand gedacht, also mit dem langen Arme *fd* bei *m* eingeklemmt angenommen, und der kürzere Arm *de* horizontal vorausgesetzt, ruht die Hülse *cc* mit der an ihr befestigten Nase *p* auf dem Arme *de*. Die Zahnstange *gh* hat man vorher so hoch erhoben und durch die Klinke *ik* in der erforderlichen Höhe festgestellt, dass sich die (mit Leder gefütterte) Höhlung *h* bis auf wenige Centimeter der Achse genähert hat, die man zum Zwecke des Abziehens eines Rades auf ebenfalls nur einige Centimeter über den stützenden Boden erheben will. Ist letzteres geschehen, so bringt man den Hebel *fde* in diejenige Lage, welche unsere Abbildung erkennen lässt und wodurch die Hülse *c* nebst der Zahnstange *g* (diese beiden Theile durch das Klinkwerk *ikl* vereinigt) vom kurzen Hebelarme *de* in die Höhe geschoben

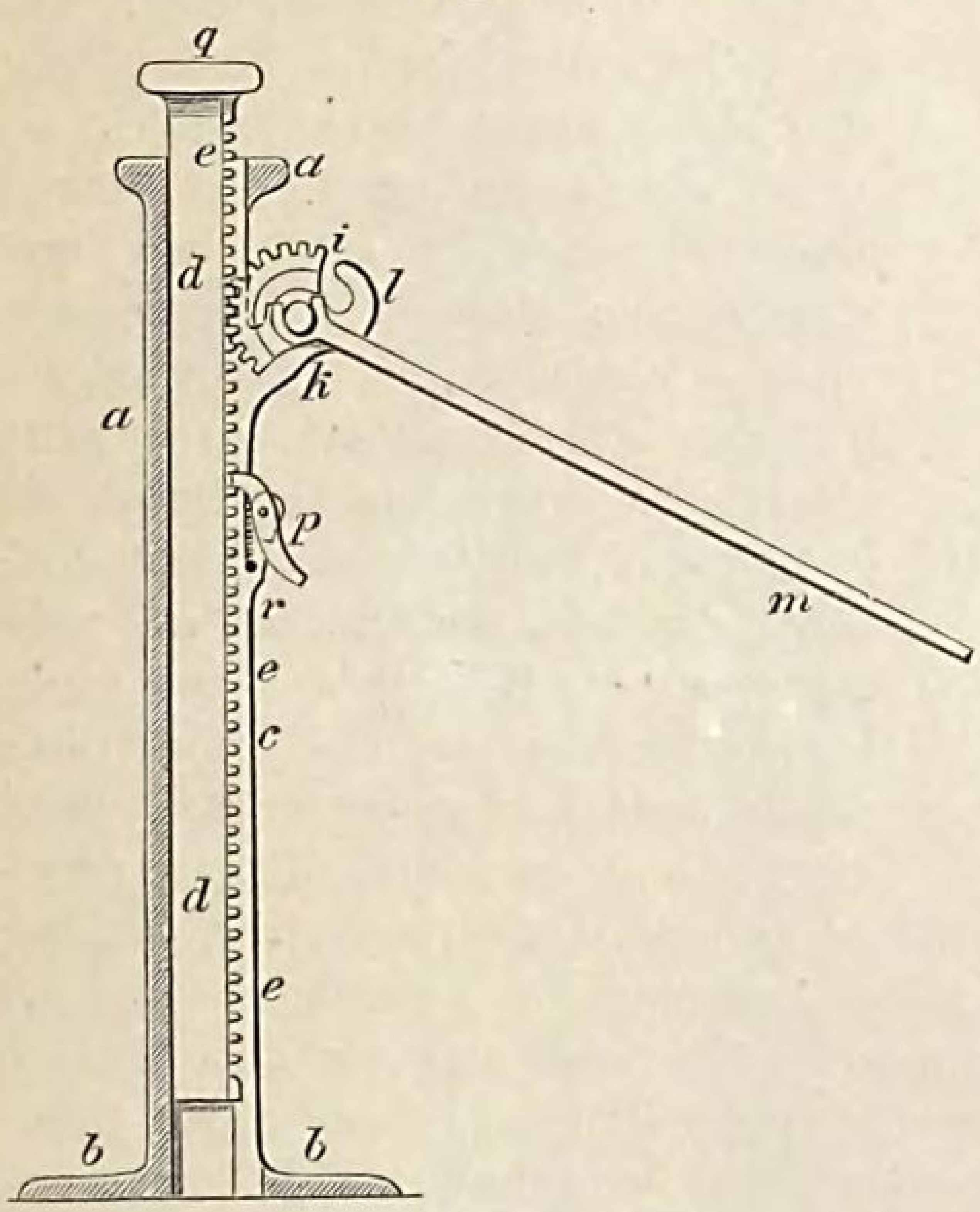
Jahrg. 1863, S. 280, und Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. X. (1866), S. 710.

wird und der Kopf *h* der Zahnstange ein festes Auflager für die betreffende Wagenachse bildet.

Eine andere, für grössere Hubhöhen brauchbare, einfache Maschine (ebenfalls aus der Modellsammlung der hannoverschen technischen Hochschule) stellt Figur 55 dar.

Hier ist *a* eine gusseiserne Hülse, die mit einem stützenden Fusse *bb* und einem durch die ganze Höhe gehenden Langschlitz *c* versehen ist. In dieser Hülse verschiebt sich der Hubcylinder *d* (ohne eine Drehung ausführen zu können), der mit Zähnen *ee* (nach Art einer Zahnstange) versehen ist, welche mit den Zähnen *i* eines Bogenstückes in Eingriff gebracht werden können. Letzterer Zahnbogen *i* bildet aber den kürzeren Arm eines doppelarmigen, ungleicharmigen Hebels *m*, dessen Drehpunkt beim Arbeiten (Heben des Zahnstangencylinders) in *k* befindlich ist. Eine Sperrklinke *p* mit geeigneter Feder *r* verhindert den freiwilligen Niedergang des Hebcylinders *d* und damit das Zurücksinken der auf dem Kopfe *q* ruhenden Last.

Fig. 55.



Das am Ende einer Hubarbeit wieder erforderliche Niedergehen des Hebcylinders erfolgt dadurch, dass man erst den Hebel *mi* aus seiner Lagerstelle *k* hebt und in die Lagerstelle *l* versetzt, wonach der Zahneingriff nicht mehr möglich ist, dann aber auch die Sperrklinke *p* ausser Eingriff bringt, worauf das Gewicht des Hebcylinders dessen Niedergang sofort veranlasst.

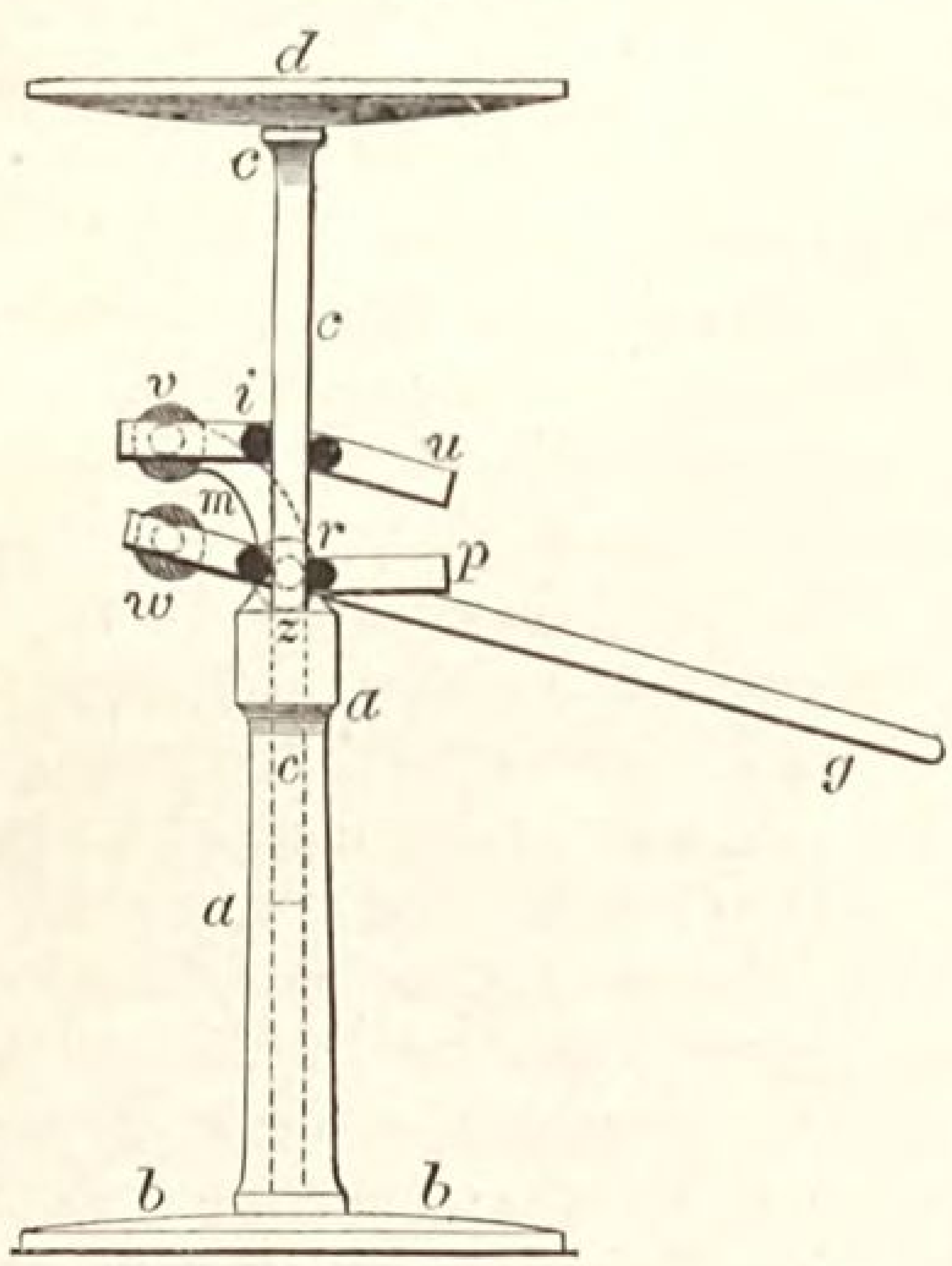
Mindestens interessant und bemerkenswerth ist die 1838 vom französischen Ingenieur Saladin[1]) angegebene Heblade (Fig. 56), die auf dem Principe der Einklinkung durch Friction beruht und bei welcher Anordnung der bei Klinkhaken und Sperrkegel leicht vorhandene todte Gang vermieden wird.

Hier ist *a* wieder eine Hülse mit Fussgestelle *b*, in welcher ersteren sich ein gut abgedrehter Cylinder *c* von kreisförmigem Querschnitte mit der Lastplatte *d* verschieben lässt. Um den Cylinder *c* sind zwei Ringe *i* und *r* gelegt, deren innerer Durchmesser grösser ist, als der Durchmesser des Cylinders *c*. Jeder dieser Ringe ist mit zwei geraden Armen *u* und *v*, sowie *p* und *w* versehen, wovon *u* und *p* zum Anfassen mit der Hand dienen, dagegen *v* und *w* zu anderen Zwecken bestimmt sind. Auf letztere beide Arme hat man nämlich die Köpfe von Bolzen geschoben, welche sich zapfen-

1) Bulletin de la Soc. Indust. de Mulhouse, T. 12, pag. 296, und Salzenberg's „Vorträge über Maschinenbau“, S. 324.

förmig in Hülsen drehen, wovon die eine Hülse bei *v* von einem am Gestelle *a* befestigten Arme *m* aufgenommen wird, also unverrückbar ist, während die andere Hülse, die bei *w*, das Ende eines ungleicharmigen Hebels *gzw* bildet, dessen Drehpunkt *z* sich an der Seite des Gestellarmes *m* befindet und demnach ebenfalls unverrückbar ist. Bei ruhiger Lage aller Theile nehmen die Ringe *i* und *r* eine gegen den Horizont geneigte (20 bis 30 Grad betragende) Lage ein, wobei zwei innere, schräg einander gegenüberliegende Punkte (der eine oben, der andere unten) der inneren Ringflächen gegen den Mantel des Hebcylinders *c* gedrückt und demzufolge eine Reibung hervorgebracht wird, welche ausreicht, den Cylinder *c* (mit der belasteten Platte *d*) aufwärts zu schieben, wenn man den Hebel, bei *g* anfassend, niederdrückt. Beim Aufhören des letzteren Druckes und während man das Hebelende *g* zur neuen Druckertheilung in die erforderliche schwingende Bewegung versetzt, wirkt die Reibung am oberen Ringe *i* derartig, dass die ganze Anordnung *viu* die Stelle eines Gesperres vertritt, wodurch die rückgängige (niederwärts gerichtete) Bewegung des Hebcylinders und mit ihm der auf *d* placirten Last verhindert wird. Dass sich aus dem Winkel, welchen die Verbindungslinie der Punkte, wo die Ringflächen gegen den Cylinder *c* gepresst werden, mit dem Horizonte bildet, den betreffenden Reibungscoëfficienten, und aus den Hebelarmverhältnissen, mit Beachtung von Kraft (bei *g*) und Last (bei *d*), ein mathematischer Ausdruck für das Gleichgewicht des Systems und dessen betreffende Anordnung bilden lässt, versteht sich wohl von selbst [1]).

Fig. 56.



Nach längerem Gebrauche zeigt der Mantel des Cylinders *c*, zufolge des Einklemmens zwischen den Ringen *i* und *r*, eine Menge Eindrücke, die, andere Abnutzungen hinzugerechnet, die Sicherheit des Apparates beeinträchtigen und schliesslich fast unwirksam machen können.

§. 3.

II. Flaschenzüge als Heb- und Senk-Maschinen.

Unter Beachtung alles dessen, was bereits an früheren Stellen dieses Werkes [2]) über Rollen- und Flaschenzüge bemerkt und

1) Man sehe deshalb das bereits citirte Werk von Salzenberg, so wie des Verfasser's „Grundzüge der Mechanik". (Dritte Auflage). S. 207.

2) Bd. I, S. 39 (Erste Auflage) und S. 42 (Zweite Auflage); ferner B. II, S. 135 (Erste Auflage) und S. 153 (Zweite Auflage) sowie allermeist Bd. IV, S. 13, 21, 34, 43 und 44.

erörtert wurde, wird hier nur das Neueste, den Gegenstand betreffend, zu besprechen sein.

Diesem gemäss werde zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass man zur Zeit (fast ausschliesslich) die Rollen einer und derselben Flasche nicht mehr wie in Fig. 7 mit Rollen von verschiedener Grösse über einander, sondern wie Fig. 57 und 58 zeigen, mit Rollen von gleichem Durchmesser neben

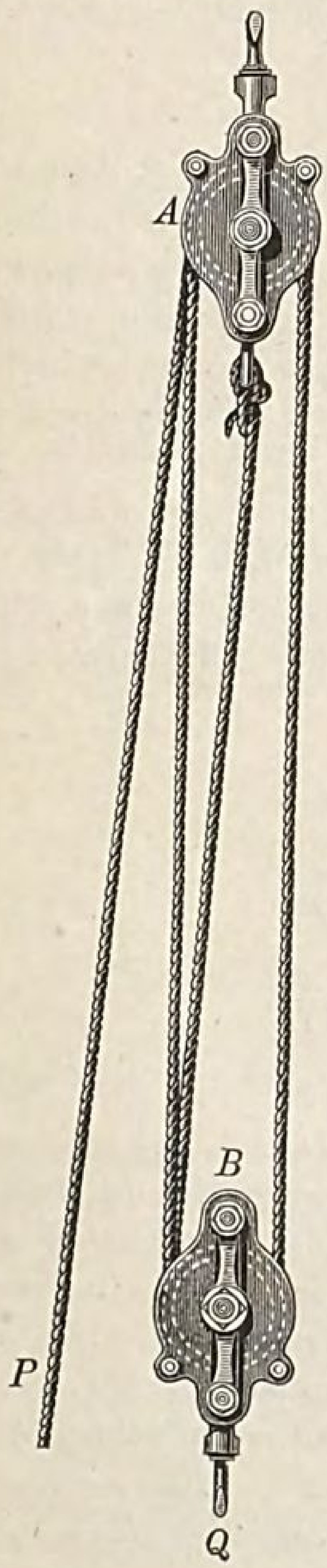


Fig. 57.

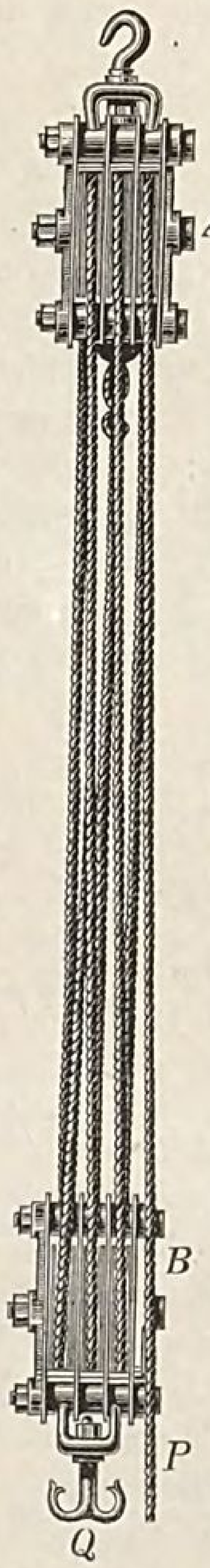
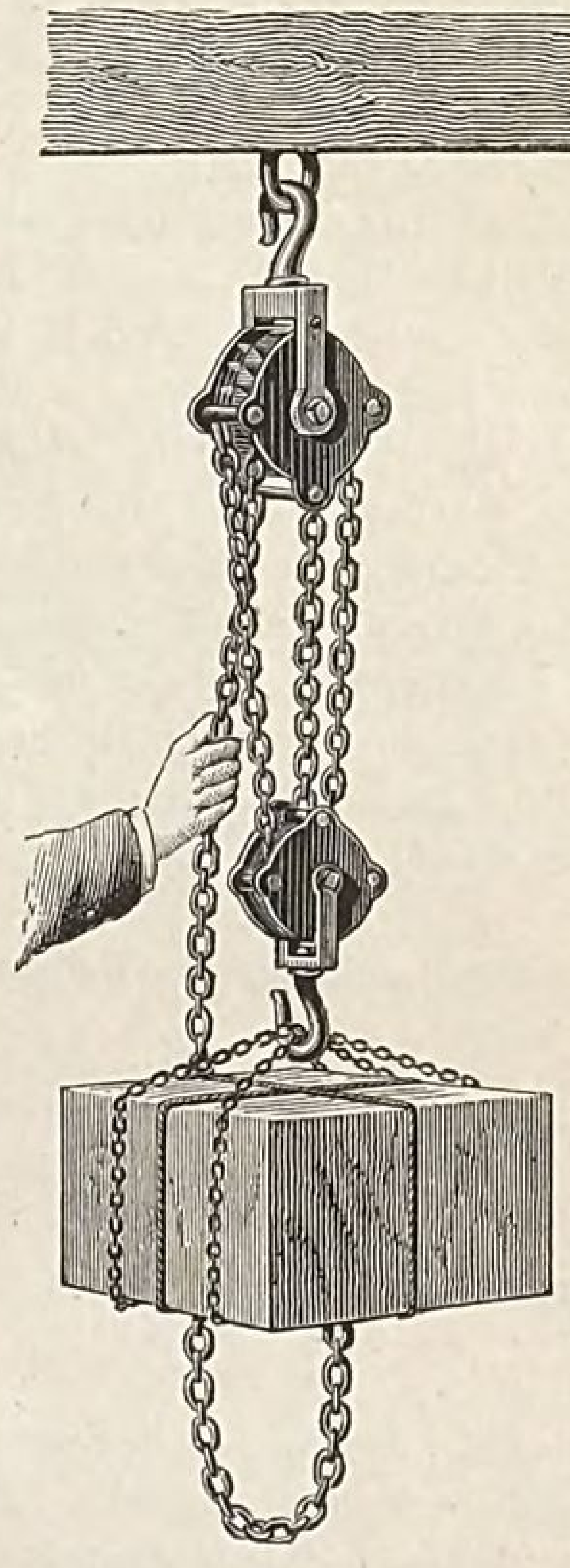


Fig. 58.


Fig. 59.

einander, als sogenannter Kastenflaschenzug, anordnet. Der Vortheil letzterer Anordnung ist leicht erkennbar, indem man nicht so beträchtlich lange Flaschen erhält, wie im ersteren Falle, die lose Flasche B der festen A näher gebracht und demnach auch eine an den Haken der unteren Flasche gehangene Last Q verhältnissmässig höher gehoben werden kann[1]).

1) Sollen bei übereinander gestellten Rollen die sämmtlichen Seile parallel

Nächstdem hat man mit grossem Erfolge angefangen, statt der Hanfseile geeignete Gliederketten (mit elliptischen Ringen) und zwar besonders dann in Anwendung zu bringen, wenn die zu hebenden Lasten gross sind und man die Flaschenzüge längere Zeit der Witterung aussetzen muss. In diesem Falle müssen aber die Rollen geeignete Furchen zur Aufnahme der Ketten erhalten. Ein wichtiger Vortheil der Kettenverwendung ist noch der, dass der Reibungswiderstand der Kettenglieder unter sich und auf den Rollen kleiner ist, als (unter sonst gleichen Umständen) der Biegungswiderstand der Seile, natürlich Hanfseile vorausgesetzt, da Drahtseile zu grosse Rollendurchmesser erfordern würden[1]).

bleiben, so muss man den Radius jeder folgenden Rolle um den Radius der allerkleinsten (oder ersten) Rolle wachsen lassen.

Bei einer sehr grossen Zahl Rollen des Kastenflaschenzuges, Fig. 57 u. 58, muss man eigentlich, wenn die untere Flasche nicht in eine sehr schräge Lage kommen soll, die Last Q nicht in der Mitte, sondern etwas mehr nach rechts hin (Fig. 58) aufhängen. Die Ursache hiervon ist die Reibung der Rollzapfen und der Biegungswiderstand der Seile.

Man sehe über Anordnungen von Flaschenzügen u. A. Schubert's Handbuch der Statik, Bd. 1, §. 51 und §. 52. Dresden und Leipzig. 1832.

1) Bezeichnet man mit n die Anzahl Rollen einer Flasche, also mit $2n$ die Anzahl der gespannten Seile, mit P die Kraft und mit Q die Last, so hat man ohne Beachtung der Reibung:

$$\text{I.} \quad Q = 2nP,$$

dagegen mit Beachtung von Reibung und Seilbiegung:

$$\text{II.} \quad Q = P \cdot \frac{K^{2n} - 1}{K^{2n}(K-1)},$$

wobei für Seile:

$$K = 1 + 0{,}26\,\frac{\delta^2}{D} + 2f \cdot \frac{d}{D}$$

und für Ketten:

$$K = 1 + 2f_1\,\frac{\delta}{D} + 2f\,\frac{d}{D}$$

ist. Hierbei bezeichnet δ den Seildurchmesser, beziehungsweise den Durchmesser des Rundeisens der elliptischen Kettencylinder, D den Durchmesser einer der gleichen Rollen, d den Zapfendurchmesser der Rollen, f den Zapfenreibungscoëfficienten und f_1 den Reibungscoëfficienten des Ketteneisens. Die Ableitung der Gleichung II findet sich u. a. auch in meiner Geostatik, §. 103.

Für das Güteverhältniss $= \mathfrak{g}$ erhält man aus den ersten beiden Werthen

$$\mathfrak{g} = \frac{\text{Last mit Beachtung der Reibung}}{\text{Last ohne Reibung}} = \frac{1}{2n} \cdot \frac{K^{2n} - 1}{K^{2n}(K-1)}.$$

Setzt man ferner:

$$K = 1 + \alpha, \ \alpha = K - 1,$$

so erhält man für $\mathfrak{g}$ (nach Prof. Grove) genau genug:

$$\text{III.} \quad \mathfrak{g} = \frac{1 + \left(\frac{2n-1}{2}\right)\alpha}{1 + 2n\alpha\left[1 + \left(\frac{2n-1}{2}\right)\alpha\right]}.$$

Bei Seilflaschenzügen verwendet man, der passiven Widerstände wegen, selten mehr als vier Rollen in einer Flasche, so dass die Zahl der (parallelen)

Als Beispiel für einen Seil-Flaschenzug mit 3 Rollen in jeder Flasche, also $2n = 6$ und für $Q = 500$ Kilogr. ferner für

$$\delta = \frac{1}{8}\sqrt{Q} = 2{,}8 \text{ Centimeter},$$

$$D = 7\,\delta, \text{ und } \frac{d}{D} = \frac{1}{5}, \text{ sowie wenn } f = 0{,}08 \text{ gesetzt wird, folgt:}$$

$$K = 1 + 0{,}26\,.\,(2{,}8)\,.\,\frac{1}{7} + 2\,.\,0{,}08\,.\,\frac{1}{5} = 1 + 0{,}104 + 0{,}022 = 1{,}136,$$

ferner erhält man: $\mathfrak{g} = 0{,}640$, so dass P mit Beachtung der Reibung sich zu 130 Kilogr. ergiebt, während ohne Reibung $P = \frac{Q}{6} = 83^1/_3$ Kilogr. gewesen sein würde.

Mit Hülfe vorstehender Gleichung III für das Güteverhältnis $= \mathfrak{g}$ eines Seilflaschenzuges, und wenn man $2n$ nach einander $= 4$, 6 und 8 setzt, berechnet sich folgende kleine Tabelle, für $\mathfrak{g}$:

	Werthe für $K = 1 + \alpha$.		
$2n$	1,05	1,10	1,15
4	0,88	0,80	0,71
6	0,84	0,71	0,62
8	0,80	0,65	0,54

Für einen Kettenflaschenzug, wobei ebenfalls $Q = 500$ Kilogramm, würde man erhalten haben, wegen $\delta = \frac{1}{40}\sqrt{Q}$, wenn überdies $\frac{\delta}{D} = \frac{1}{21}$ und $\frac{d}{D} = \frac{1}{5}$ gesetzt und $f_1 = 0{,}18$ (Eisen auf Eisen) angenommen wird:

$$\delta = \frac{1}{40}\sqrt{500} = \frac{22{,}3}{40} = 0{,}55 \text{ Centimeter},$$

sowie:

$$K = 1 + 2\,.\,0{,}18\,.\,\frac{1}{21} + 2\,.\,0{,}08\,.\,\frac{1}{5} = 1{,}049.$$

Nimmt man hiernach $K = 1{,}05$, so ergiebt sich das Güteverhältnis des Kettenflaschenzuges (für $2n = 6$) zu:

$\mathfrak{g} = 0{,}840$ gegenüber

$\mathfrak{g} = 0{,}640$ beim Seilflaschenzuge.

Wie in dem speciellen Falle vorstehenden Beispieles, stellt sich auch allgemein heraus, dass der Wirkungsgrad der Kettenrollenzüge grösser ist als der der Seilflaschenzüge.

Als fernerer Beweis hiervon können folgende Werthe für das Güteverhältniss $= \mathfrak{g}$ (bei Seil- und Ketten-Rollenzügen) dienen, welche einer grösseren von Ernst

gespannten Seile höchstens 8 beträgt. Bei Kettenflaschenzügen kann man etwas weiter gehen.

Einen im Jahre 1861 von Weston erfundenen und von Ransome zuerst ausgeführten Flaschenzug[1]), wobei der Vortheil einer bedeutenden Kraftübersetzung erreicht wird, ohne den Nachtheil zu grosser Reibung mit sich zu führen, lassen die Fig. 59, 60 und 61 erkennen.

Die Wirksamkeit dieser Maschine beruht auf dem Principe der bereits S. 17 (Note 2) erörterten Differenzial-Winde und wird dieselbe deshalb Differenzial-Flaschenzug genannt.

Die specielle Anordnung erhellt aus den Abbildungen Fig. 60, 61 und 62.

(a. a. O. S. 41) berechneten Tabelle entlehnt sind und wobei folgende Formeln und Verhältnisse zu Grunde gelegt wurden:

Für Seile: $K = 1 + \frac{0{,}018\,\delta^2}{a} + \frac{2fr}{a}$ $\left\{\begin{array}{l}\delta = \text{Seildicke}\\ a = \text{Rollhalbm.} = 4\,\delta\\ r = \text{Zapfenradius} = 0{,}4\,\delta\end{array}\right.$

Für Ketten: $K = 1 + \frac{0{,}2\,\delta}{a} + \frac{2fr}{a}$ $\left\{\begin{array}{l}\delta = \text{Ketteneisenstärke}\\ a = \text{Rollhalbm.} = 10\,\delta\\ r = \text{Zapfenradius} = 1{,}5\,\delta\end{array}\right.$

$f = 0{,}08$ Zapfenreibungscoefficient.

Rollenzahl.	Güteverhältniss = $\mathfrak{g}$ für Seilstärken in Millimetern.						Güteverhältniss = $\mathfrak{g}$ für Ketten.
	16	20	29	39	46	52	
$n = 2$ ($2n = 4$)	0,882	0,861	0,817	0,772	0,743	0,720	0,937
$n = 3$	0,847	0,820	0,765	0,712	0,678	0,651	0,918
$n = 4$	0,814	0,782	0,719	0,658	0,620	0,590	0,899
$n = 8$	0,697	0,653	0,567	0,492	0,449	0,416	0,828

Sobald, wie in der Tabelle vorausgesetzt, die Rollen in constanten Verhältnissen zur zugehörigen Kettenstärke stehen, ist der Wirkungsgrad unabhängig von den Kettenstärken.

Bei den Seilflaschenzügen steigern sich die Effektverluste, ausser mit der Rollenzahl auch noch mit der Zunahme der Seildicken. Ein allgemeiner Uebelstand, sowohl der Seil- wie Kettenflaschenzüge, ist der, dass bei vermehrter Rollenzahl grosse Seil- und Kettenlängen erforderlich werden.

Abgesehen von besonderen Zwecken, wie zum Heben (nicht Senken) von Lasten bei Hausbauten und für besondere Verhältnisse bei Schiffen, sind daher (im Allgemeinen) Flaschenzüge überhaupt nicht zu empfehlen.

1) Civil Engineer and Architect's Journal 1881, pg. 129, und Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 161 (1861), S. 169.

In der oberen Flasche befinden sich auf derselben Achse (Welle) zwei Kettenrollen *a* und *b* von verschiedenem Durchmesser (in Fig. 60 mit D und D_1 bezeichnet), beide in ihren Spuren oder Läufen mit sogenannten Stegen versehen, in welchen die Glieder der Kette Platz finden und gehalten werden können. Die lose Rolle *c*, woran die Last Q befestigt werden kann, hängt in einer Kette ohne Ende, welche alle 3 Rollen *a*, *b* und *c* in der Art umschlingt, dass für eine ganze Umdrehung, von einer Kraft P veranlasst, die am äusseren Seilstück der lose herabhängenden Kette *f* zieht, die Gleichung (ganz wie Seite 18, Note) besteht:

Fig. 60.

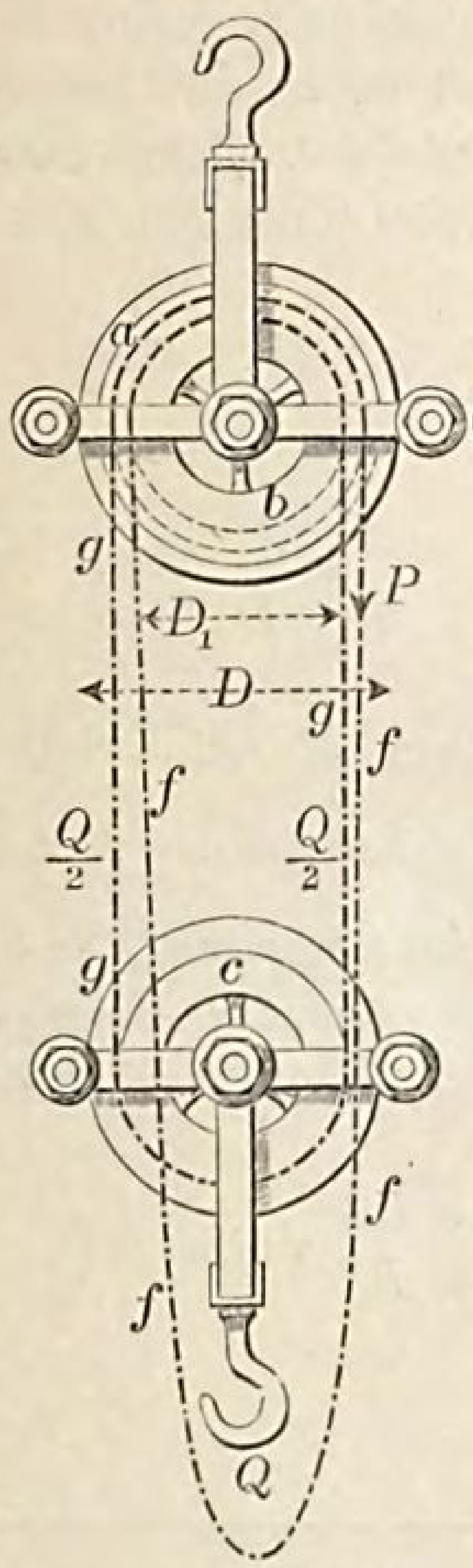


Fig. 61.

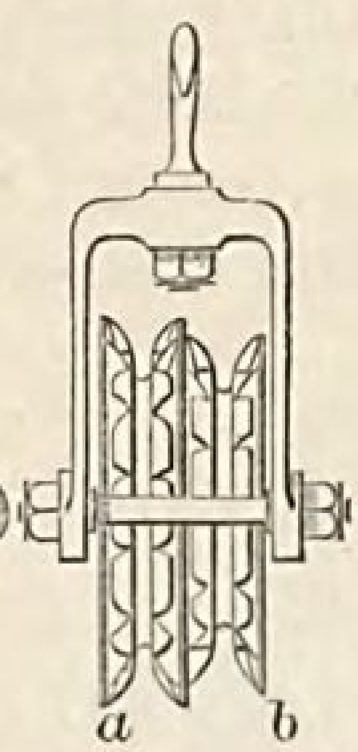
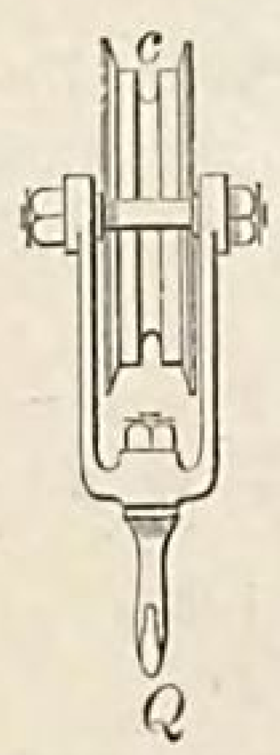


Fig. 62.



$$P \, . \, D\pi = \frac{Q}{2}\pi D - \frac{Q}{2}\pi D_1,$$

woraus folgt:

$$P = \frac{Q}{2}\left(1 - \frac{D_1}{D}\right).$$

Nimmt man daher mit Ransome $\frac{D_1}{D} = \frac{10}{11}$ (d. h. giebt der grossen Kettenrolle 22, der kleinen 20 Kerbe zur Aufnahme der offenbar gleich grossen Kettenglieder), so erhält man:

$$P = \frac{1}{22} Q.$$

Hiernach ist also nur der 22. Theil als Kraft für den Gleichgewichtszustand erforderlich, sobald man die passiven Widerstände ausser Acht lässt[1]).

1) Mit Beachtung der passiven Widerstände (Reibung der Zapfen in ihren Lagern und Reibung der Kettenglieder in Folge ihrer Umlegung um die Rolle) erhält man (nach Grashof in Redtenbacher's Maschinenbau-Resultaten, 6. Auflage, S. 95) wenn K denselben Werth, wie vorher S. 80 bezeichnet, für die Last Q_1:

$$Q_1 = P \frac{K + 1}{K^2 - \frac{D_1}{D}},$$

daher, weil ohne die passiven Widerstände

$$Q = \frac{2P}{1 - \frac{D_1}{D}}$$

war, das Güteverhältniss $\mathfrak{g}$:

$$\mathfrak{g} = \frac{Q_1}{Q} = \frac{K + 1}{K^2 - \frac{D_1}{D}} \cdot \frac{1 - \frac{D_1}{D}}{2}.$$

Hier $K = 1{,}08$ angenommen, giebt bei verschiedenen Werthen von $\frac{D_1}{D}$, nämlich

Ungeachtet des nicht sehr günstigen Güteverhältnisses[1]) des Differenzialflaschenzuges besitzt derselbe den (vorher auch in der Note hervorgehobenen) Vorzug vor dem gewöhnlichen Flaschenzuge, dass die Last Q nicht zurückläuft, wenn die Kraft P zu wirken aufhört, d. h. Q in jeder Höhe des Hubes im Gleichgewicht erhalten werden kann.

Ein Uebelstand der ganzen Maschine besteht allerdings noch darin, dass die Kettenglieder mit der Zeit durch Ausreiben sich verlängern und deshalb nicht mehr in die Kerben der Rollenumfänge passen. Die natürliche Folge hiervon ist aber, dass ein Ausspringen der Kette oder doch (wenn man dieses

$$\frac{D_1}{D} = \frac{7}{8} \quad \frac{8}{9} \quad \frac{9}{10} \quad \frac{10}{11}.$$

$$\frac{Q_1}{P} = 7{,}1 \quad 7{,}5 \quad 7{,}8 \quad 8{,}1.$$

$$\mathfrak{g} = 0{,}44 \quad 0{,}42 \quad 0{,}39 \quad 0{,}36.$$

Soll die Last Q selbst für $P = 0$ in der Schwebe bleiben, also eine Selbsthemmung stattfinden, so muss $\frac{D}{D_1} < K^2$ sein. Herrmann hat (in der 2. Auflage von Weisbach's Ing.-Mechanik. Dritter Theil. Zweite Abtheilung, S. 61) zur Beurtheilung des Wirkungsgrades dieses Differenzialflaschenzuges folgende Tabelle berechnet und zwar $\mathfrak{g}$ für das Aufziehen, sowie $\mathfrak{g}_1$ für das Senken der Last mittelst der Formeln:

$$\mathfrak{g} = \frac{1-n}{2}\,\frac{1+K}{K^2-n} \text{ und } \mathfrak{g}_1 = \frac{2}{1-n}\,\frac{1-nK^2}{K^2+K}, \text{ worin}$$

$$n = \frac{D_1}{D} \text{ und } K = 1{,}06.$$

n	$\frac{3}{4} = 0{,}75$	$\frac{8}{10} = 0{,}80$	$\frac{17}{20} = 0{,}85$	$\frac{9}{10} = 0{,}90$	$\frac{9^1/_3}{10} = 0{,}933$
$\mathfrak{g}$	0,688	0,637	0,565	0,460	0,359
$\mathfrak{g}_1$	0,575	0,462	0,272	— 0,106	— 0,668

Die negativen Werthe von $\mathfrak{g}_1$ deuten wieder auf Selbsthemmung (Selbstsperrung) hin. In der That ist $\frac{D}{D_1} = 1{,}111$ und $K^2 = 1{,}124$.

Die ausführlichsten Rechnungen hierüber hat ebenfalls Ernst geliefert in seinem Werke: „Die Hebzeuge", S. 68 ff.

1) Bemerkenswerthe Theorien dieses Differenzialflaschenzuges haben geliefert: Prof. Grove in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd IX (1868), S. 160 ff. Ferner Prof. Werner in der Zeitschrift deutscher Ingenieure, Bd. VIII (1864), S. 84 ff., Herrmann in Weisbach's Ing. Mechanik. Theil III, Abth. II, S. 61 (Zweite Auflage) und vor Allem Ernst (a. a. O.).

Herausspringen durch einen Bügel verhindert) ein starker Stoss nicht vermieden werden kann, der unter Umständen gefährlich zu werden vermag.

Um wenigstens einer der vielfachen Abänderungen und Verbesserungen des Differenzialflaschenzuges zu gedenken, welche man später und bis zur Gegenwart bemüht war, vorzunehmen[1]), wählen wir hierzu des Engländers Eade epicyklischen Flaschenzug oder den Flaschenzug mit innerem Zahngetriebe, wovon Fig. 63 bis mit Fig. 65 Abbildungen sind[2])

Fig. 63.

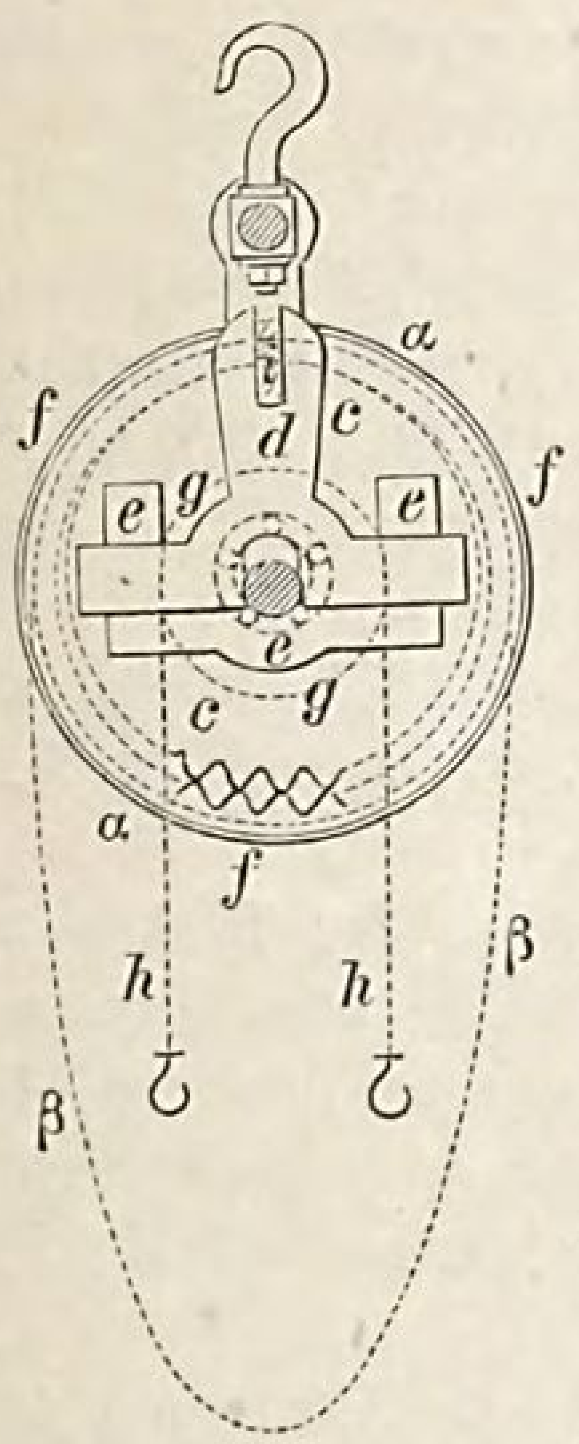
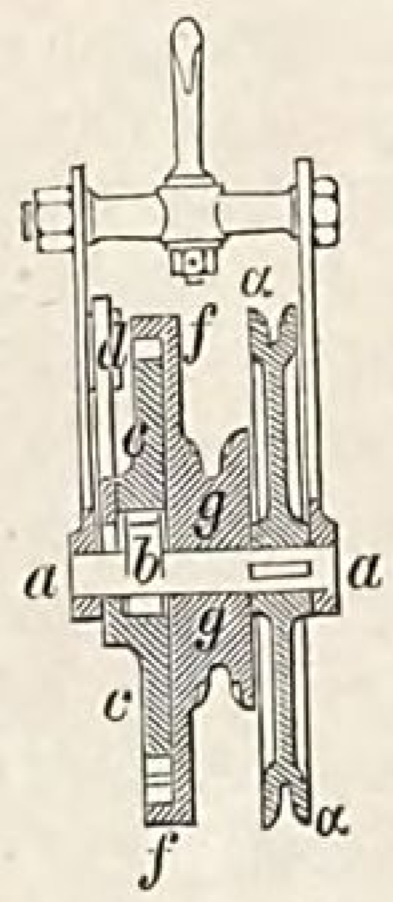


Fig. 64.



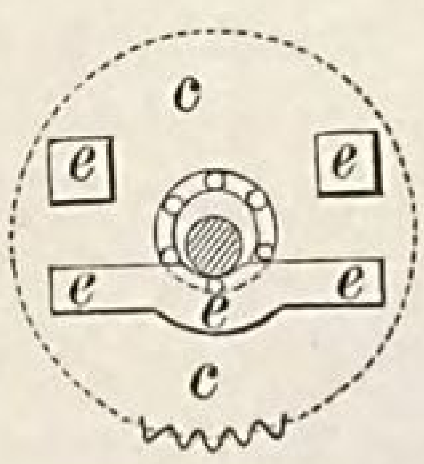


Fig. 65.

Mit einer Achse (Welle, einem Bolzen) *a a*, Fig. 64, ist ein Excentrik *b* aus einem Stück hergestellt, welches (letztere) vermittelst kleiner Frictionsrollen das am äusseren Umfange verzahnte (Stirnrad) *c*, Fig. 65, trägt, ohne dies Rad mit der Welle *a* fest zu vereinigen. An dieses Rad sind Knaggen *e e* angegossen, welche derartig über eine winkelförmige Platte (ein Winkelstück) *d* (Fig. 63) greifen, dass das Rad *c* sich nicht um die Achse *a a* drehen, wohl aber seitlich, sowie auch auf und ab etwas verschoben werden kann. Bei der seitlichen Verschiebung gleiten die Knaggen *e e* auf dem Seitentheile des Winkelstückes *d*, wogegen sich bei der Verschiebung des Rades *c* auf- und abwärts die Winkelplatte *d* mit dem ersteren zugleich etwas hebt und senkt. Letzteres Rad greift in das nach Innen verzahnte Rad *f*, welches, wie namentlich Fig. 64 erkennen lässt, das Zahnrad *c* überall umgiebt.

Dem Zahnrade *f* hat man ferner einen Zahn mehr als dem Rade *c* gegeben, so dass nach einer ganzen Umdrehung des Excentriks *b* das grössere Rad *f* um einen Zahn weiter gerückt wird. Mit dem Rade *f* ist aber die Last-Kettenscheibe *g* (Fig. 64) fest verbunden, welche in ihrem rinnenförmigen Umfange so mit zahnartigen Vorsprüngen (correspondirend den Kettengliedern) versehen ist, dass ein Rutschen der Kette nicht eintreten kann, wenn an dem einen oder anderen ihrer Endhaken *h h* eine Last hängt. Weiter befindet sich auf der Excentrikwelle *a* noch die grössere Kraftkettenscheibe *α α*, welche jedoch nicht wie *g* lose auf der Welle *a* sitzt, sondern mit letzterer fest verbunden ist. Eine über diese Scheibe *α* gelegte endlose Kette *β* dient zum Anfassen mit der Hand, wenn man die Excentrikwelle *a* in Umdrehung setzen will.

1) Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 180 (1868), S. 108.

2) The Engineer vom Februar 1867, pg. 135, und hieraus Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 184 (1867), S. 476.

Das theoretische Verhältniss zwischen einer an der Kette β wirkenden Kraft P und einer an eine der beiden Ketten hh gehängten Last Q ergiebt sich nach dem Vorstehenden ohne Weiteres, wenn der Durchmesser der Kraftscheibe n mal grösser als der der Lastscheibe ist, ferner m die Zähnezahl von f und m — 1 die von c bezeichnet, zu

$$\frac{Q}{P} = \frac{n \,.\, m}{m - (m - 1)} = n \,.\, m.$$

Ist dann beispielsweise $n = 2$ und $m = 31$, also $m - 1 = 30$, so erhält man

$$\frac{Q}{P} = 2 \,.\, 31 = 62.$$

welches Verhältniss jedoch die auftretenden Reibungen sehr vermindern, da durch dieselben das Güteverhältniss der ganzen Maschine bedeutend herabgezogen wird, namentlich, wenn man den Vortheil der Selbsthemmung erreichen will, d. h. die Last Q in der Schwebe bleiben soll, sobald P zu wirken aufhört[1]).

Den Wirkungsgrad (das Güteverhältniss) dieses Flaschenzuges berechnet Herrmann (a. a. O., S. 69) zu 0,548, während Werner (a. a. O.) nur 0,30 findet und ein Versuch mit einem Original-Flaschenzuge gar nur 0,25 ergab.

Ueber noch andere Differenzialflaschenzüge von Moore und Pickering, handeln ausführlich Ludewig im Bd. 6 (1874), S. 203 des Bayerischen Kunst- und Gewerbeblattes, sowie Ernst (a. a. O., S. 417). Beide Autoren liefern dabei entsprechende Theorien.

Die Bemühungen der praktischen Mechaniker haben für Rollen- und Flaschenzüge dazu geführt, diese mit brauchbaren Klemm- oder Bremsvorrichtungen zu versehen, welche nicht nur gestatten, die zu fördernde Last selbstthätig frei zu erhalten, sondern auch dem Arbeiter es möglich machen, den Niedergang mit verhältnissmässig geringem Kraftaufwande beliebig reguliren zu können.

Die besten derartigen Vorrichtungen sind die, wobei die Hemmung durch directen Druck auf das Seil und zwar in der Weise bewirkt wird, dass letzteres bis zur theilweisen oder vollständigen Bremsung in der Rollenumfangsnuth festgeklemmt wird.

Während wir hinsichtlich einer ausführlicheren Erörterung dieser Sperr- und Brems-Vorrichtungen und Beschreibungen verschiedener Anordnungen wieder auf Ernst's vortreffliches Werk[2]) verweisen müssen, woselbst die Seilbremse von Wilke und Lappe, das Klemmgesperre von Cremer u. A. vollständiger besprochen werden, theilen wir hier durch die Abbildungen Fig. 66a bis 66c die neueste Anordnung der Seilklemme von Hewitt und Goff nach einem Exemplare mit, welches von Tangy Brothers in Birmingham für die Maschinenmodellsammlung der technischen Hochschule (neuerdings) erworben wurde.

Der wesentlichste Theil der ganzen Anordnung ist eine Backe (Klemm-

1) Die Theorie dieses Flaschenzuges mit Rücksicht auf die Reibungswiderstände hat zuerst Herr Prof. Werner in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XII (1868), S. 27 entwickelt, sodann Herrmann in Weisbach's Ing.-Mech. III, 2, S. 65 und ebenfalls Ernst a. a. O., S. 416.

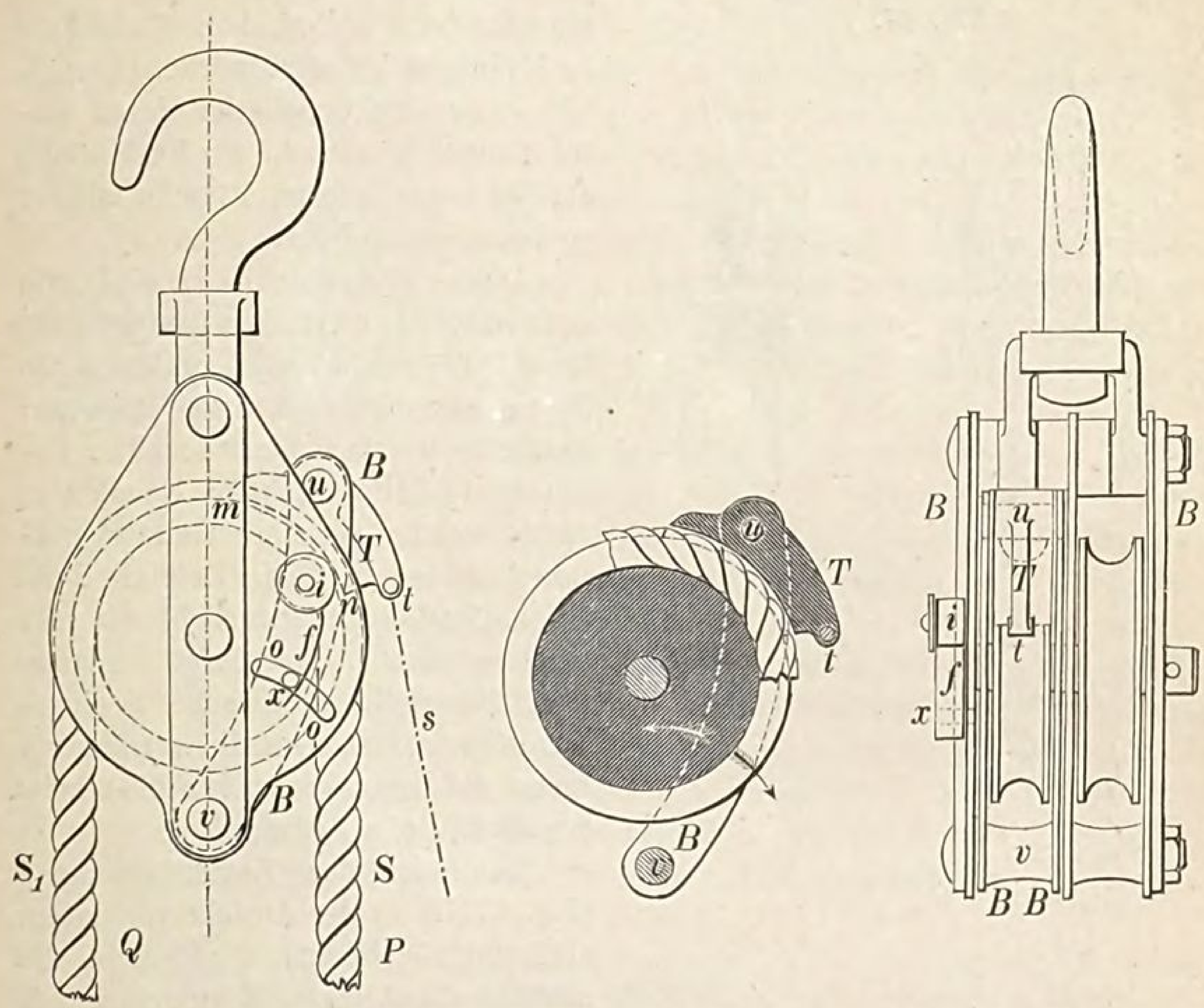
2) Die Hebzeuge, S. 60 ff.

backe *T*, die so gebogen ist, dass sie sich an das Seil *S* auf die Länge *mn* (Fig. 66a) gut anschliesst. Diese Backe ist in einem aus zwei schmiedeeisernen Bügeln gebildeten Gehäuse eingehängt, welches sich um einen Bolzen *v* am unteren Theile der Flasche dreht. Bemerkt zu werden verdient jetzt, dass die zum Fördern einer Last *Q* anzubringende Kraft *P* am Seilstücke *S* (Fig. 66a) angreift.

Wird dann das Zugseil *S* zum Lastheben abwärts gezogen, so folgt die Klemmbacke der Seilbewegung, das Bügelwerk *BvB* fällt zurück und der Aufgang der Last kann ohne Weiteres erfolgen.

Fig. 66.

a. c. b.



Hört aber die Zugwirkung von *P* auf, wird also die Spannung von S_1 (Fig. 66a), woran die Last *Q* wirksam ist, grösser als *S*, so führt das Bügelwerk *BvB* eine Drehung um *v* aus, die Klemmbacke *T* wird mit in die Höhe gezogen und hindert die Fortsetzung der Seilbewegung derartig, dass die Last fast plötzlich zum Stillstande gelangt.

Die Einklemmung des Seiles und damit das Festhalten der Last wird aber sofort aufgehoben, wenn man an einer besonderen Schnur *s* zieht, welche bei *t* auf der Klemmbacke *T* befestigt ist.

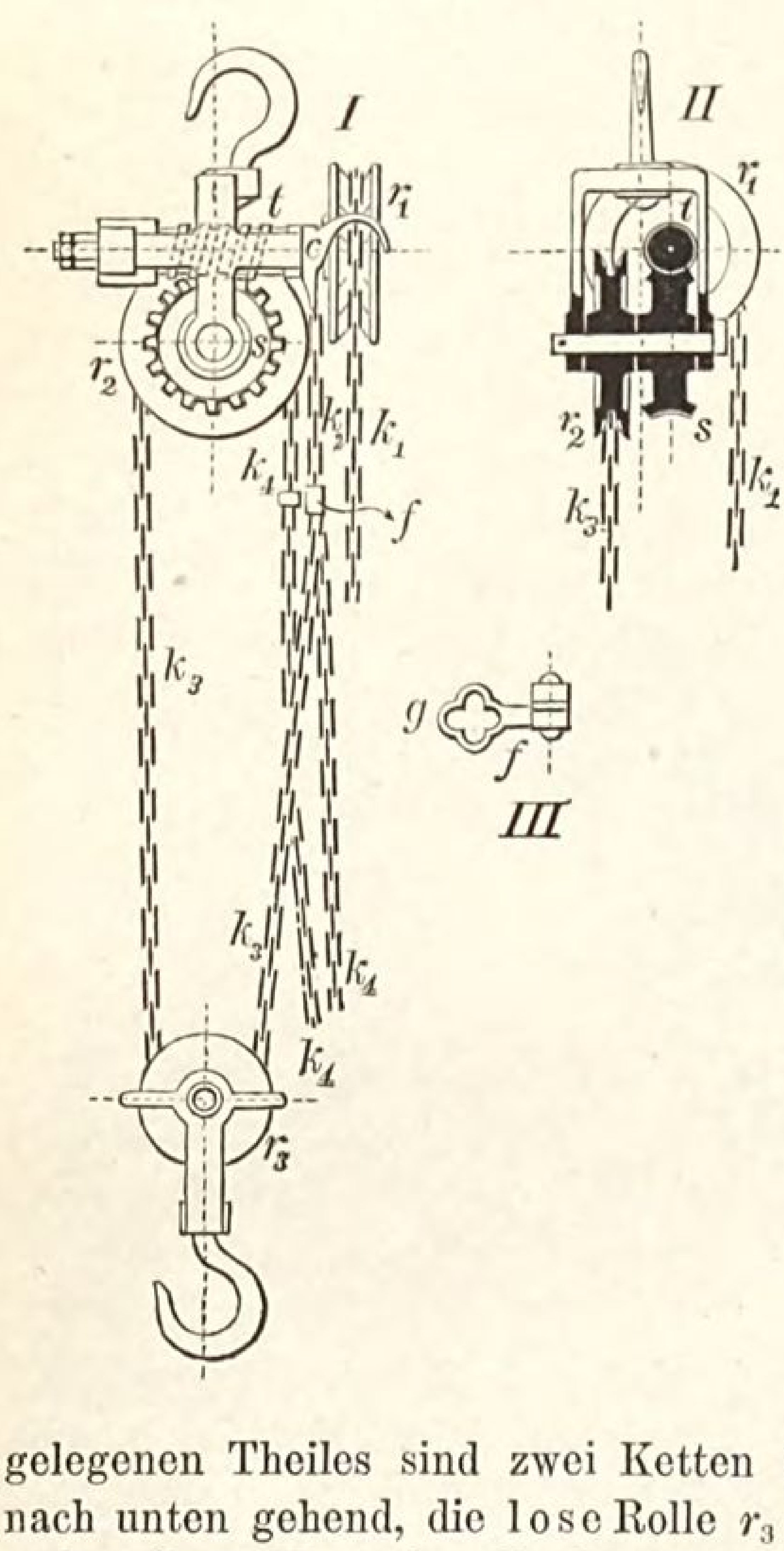
Eine Feder *f* (Fig. 66 a), welche bei *i* an der Flasche befestigt ist, und die gegen einen Stift *x* drückt, veranlasst ein fortwährendes Anliegen der Backe *T* an das Seil *S*. Der Stift *x* ist einerseits am Flacheisen *B* festge-

nietet, andererseits tritt er durch die Wand der Flasche, welche hierzu mit einem bogenförmigen Ausschnitte *oo* versehen ist, durch welchen der Ausschlag des Bügels und der Klemmbacke begrenzt wird.

Um mindestens keine der in jüngster Zeit versuchten, eigenthümlichen und beachtenswerthen Anordnungen von Flaschenzügen unerörtert zu lassen, wobei man vor Allem eine möglichst starke Multiplication der in Anwendung gebrachten Menschenkraft (als Motor) im Auge hat, jedoch im Voraus auf einen guten Wirkungsgrad verzichtet — gedenken wir noch der sogenannten Schraubenflaschenzüge.

Die nachstehenden Abbildungen, Fig. 67 (I) bis mit Fig. 67 (III), sind einem Exemplare dieser Maschinengattung entnommen, welche von der Firma „Verlinde in Lille" für die Maschinenmodellsammlung der technischen Hochschule in Hannover geliefert wurde.

Fig. 67.



Das Charakteristische dieses Flaschenzuges besteht in der Verbindung der Rolle r_2 der festen Flasche mit der endlosen Schraube *st*.

Die zu fördernde Last wird (wie gewöhnlich) an den Haken der (unteren) losen Rolle r_3 befestigt, während die Zugkraft nicht am losen Ende der Lastkette direct, sondern an einer besonderen Kette k_1 (der Handkette) wirkt, welche an einer Rolle r_1 entsprechend befestigt ist. Letztere Rolle ist zugleich unabänderlich mit der Welle verbunden, auf deren Umfange man die endlose Schraube *t* eingeschnitten hat, während die verlängerte Achse des Schraubenrades *s* die bereits erwähnte Rolle r_2 trägt.

Noch ist der Kettenführung *f* (Fig. 67, III in der Ansicht von unten, als Detail abgebildet) zu gedenken, die mittelst eines kurzen Kettenstückes k_2 am Schraubengestelle bei *c* aufgehangen ist. Unterhalb des rechts von *f* gelegenen Theiles sind zwei Ketten k_3 und k_4 befestigt, wovon die erste k_3 nach unten gehend, die lose Rolle r_3 umfasst, dann links nach oben läuft und weiter ihren Weg über die feste Rolle r_2 nimmt, die mit dem Schraubenrade *s* auf derselben Welle befestigt ist. Auf der rechten Seite von r_2 herabgehend, läuft die Kette mit ihren in Kreuz verschränkten Gliedern durch die correspondirende (rechts in Fig. 67, III) sichtbare (kreuzförmige) Oeffnung *g* des Führungsstückes *f*, um als k_4 beim Heben der festen Rolle r_3 abwärts zu laufen. Das freie (gleichsam Vorraths-) Ende des Kettentheiles k_4 ist am Stücke *f* unterhalb eingehakt.

Für den besonderen Fall, dass (wie bei dem erwähnten Exemplare) das

Schraubenrad r_2 mit 16 Zähnen ausgestattet ist, die Durchmesser von r_1 und r_2 gleich gross sind, ferner sämmtliche Reibungen vernachlässigt werden, ergiebt sich für den vorbeschriebenen Schraubenflaschenzug das Verhältniss der (theoretischen) Zugkraft P zur Last Q, also $\frac{P}{Q} = \frac{1}{2 \cdot 16} = \frac{1}{32} = 0{,}031$.

Der Wirkungsgrad (das Güteverhältniss) $\mathfrak{g}$ der Maschine setzt sich offenbar aus zwei Factoren $\mathfrak{g}_1$ und $\mathfrak{g}_2$ zusammen, d. h. es ist $\mathfrak{g} = \mathfrak{g}_1 \cdot \mathfrak{g}_2$. Ermittelt man dann beispielsweise für einen Flaschenzug mit zwei Rollen $\mathfrak{g}_1 = 0{,}93$[1]) und für das Schneckengetriebe $\mathfrak{g}_2 = 0{,}35$, so ergiebt sich:

$$\mathfrak{g} = 0{,}93 \cdot 0{,}35 = 0{,}325.$$

Die effective (wirklich aufzuwendende) Kraft P_1 wäre aber dann:

$$P_1 = \frac{1}{32}\,\frac{Q}{0{,}325} = \frac{Q}{10{,}4} = 0{,}096 \cdot Q.$$

E. Becker in Berlin[2]) hat sich bemüht, den Wirkungsgrad derartiger Schraubenflaschenzüge dadurch zu erhöhen, dass er die Reibungswiderstände für den Niedergang der Last so gestaltete, dass der Rücktrieb des Hebezeuges in allen Fällen geringer ist als jene Widerstände.

Becker genügt diesen Bedingungen durch die eigenthümliche Anordnung eines Lagers für Schrauben- oder Schnecken-Wellen mit axiellem Drucke, bei welchem für die eine Drehungsrichtung ein geringer, für die andere ein erhöhter Reibungswiderstand erzeugt wird und der Druck stets von der zu hebenden Last abhängig gemacht ist.

Ernst berechnet[3]) den gesammten Wirkungsgrad $= \mathfrak{g}$ eines solchen Becker'schen Schraubenflaschenzuges zu $\mathfrak{g} = 0{,}64$. Hierzu ermittelt er den Wirkungsgrad der endlosen Schraube zu $\mathfrak{g}_1 = 0{,}656$ und den der losen Kettenrolle zu $\mathfrak{g}_2 = 0{,}979$, erhält also, wie angegeben:

$$\mathfrak{g} = \mathfrak{g}_1\,\mathfrak{g}_2 = 0{,}656 \cdot 0{,}979 = 0{,}64.$$

Um mindestens die Frage nach den Rüstwerken, den sogenannten Hebgerüsten, für die einfachsten Fälle der Flaschenzugsverwendung beim Heben von Lasten in senkrechter Richtung, hier nicht ganz unbeantwortet zu lassen, erinnern wir zuerst an den sogenannten Dreifuss, wie er schon von Vitruv in Anwendung gebracht und bereits S. 13, Fig. 7 abgebildet wurde. Das hier gebrauchte sehr einfache Verfahren eignet sich offenbar nur für ganz

1) Herrmann-Weisbach, III, 2, S. 64.

2) Deutsches Reichspatent (von 1880) Nr. 10611 und Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XXV (1881), S. 166 unter der Ueberschrift: „Schraubenflaschenzüge mit Drucklager".

3) „Die Hebzeuge". S. 479—484. Auf S. 483 gelangt Ernst zu folgendem wichtigen Schlusse:

„Immerhin erreichen die verbesserten Schraubentriebwerke nicht den hohen Wirkungsgrad, welcher sich mit gewöhnlichen Stirnräderwerken bei grösserer Ausdehnung der ganzen Construction gewinnen lässt, und das Anwendungsgebiet dürfte sich demnach wohl auch fernerhin wesentlich auf diejenigen Fälle beschränken, in denen es sich in erster Linie um zusammengedrängte und bei der Einfachheit des ganzen Triebwerkes billige Ausführungen handelt, oder aussergewöhnliche Geschwindigkeitsumsetzungen vorzunehmen sind, wie beispielsweise bei Laufkrahnen mit schnelllaufendem Seilbetrieb".

besondere Verhältnisse, vor Allem, wenn nur geringe Hubhöhen erforderlich werden, wie dies z. B. beim Röhrenlegen in Städten, bei Grundbauten gewöhnlicher Gebäude, beim Brunnengraben etc. der Fall ist.

Eine andere Anordnung bei Verwendung eines einfachen Flaschenzuges AB (Fig. 68), wenn Lasten Q durch Kräfte p auf Gebäudefronten gehoben werden sollen, lässt folgende Skizze erkennen, wozu jede Erklärung überflüssig sein dürfte.

Eine ebenso eigenthümliche wie interessante und praktische Anordnung von Flaschenzügen mit den erforderlichen Gerüsten für Hochofen-Gichtaufzüge ist in Fig. 69 dargestellt und der

Fig. 68.

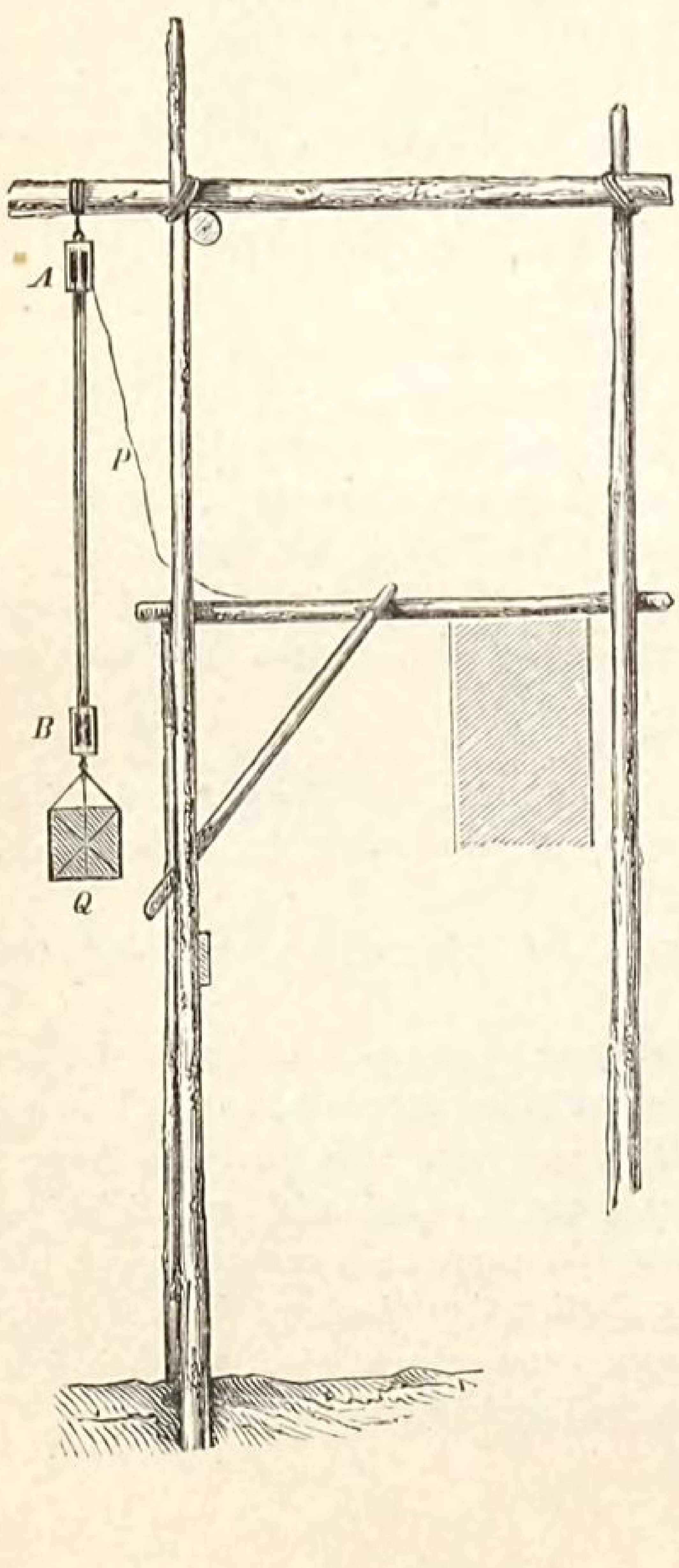
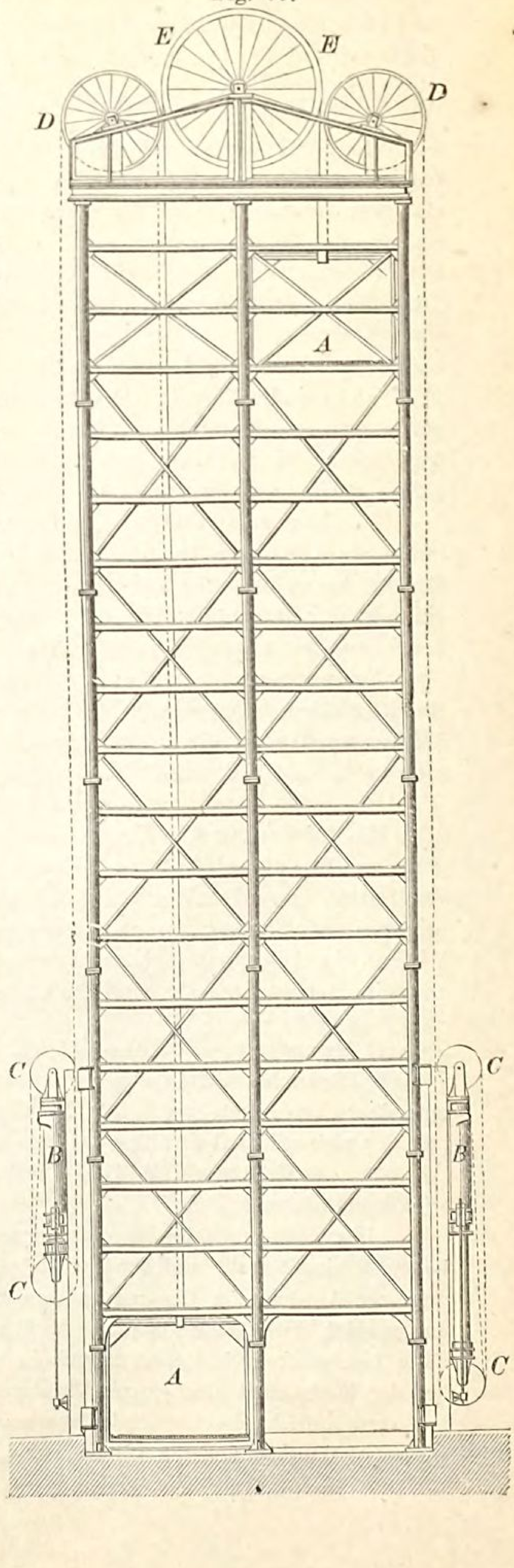


Fig. 69.



bereits oben S. 42 citirten Abhandlung Sir Armstrong's in den Proceedings der Institution of Mechanical Engineers [1]) entnommen. Das Gerüstwerk besteht hier ganz aus Eisen (gusseiserne Säulen, schmiedeeisernes Gitterwerk) und hat eine solche Höhe, dass zwei Fahrkästen (Aufzugsbühnen) AA, welche Hochofen-Material nebst Transport-Gefässen enthalten, bequem bis zur Gicht senkrecht gefördert werden können. Beide Fahrkästen AA sind durch ein Drahtseil mit einander vereinigt, welches über die grosse Scheibe E geschlagen ist. Mit AA sind ferner Ketten verbunden, die über kleinere Scheiben DD geführt und unten mit je einem Flaschenzuge BC in Verbindung gebracht sind, der nach Armstrong'scher Weise (S. 43 und 44) mit einer Wasserdruckmaschine B vereinigt ist, welche die erforderliche Hubkraft liefert. Da der Flaschenzug aus je 5 Rollen besteht, also zehn parallele gespannte Seile CC vorhanden sind, so wird der 8 Fuss betragende Hub des in B befindlichen Kolbens von $11\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser verzehnfacht, also auf 80 Fuss gebracht. Das auf vorbemerkte Höhe geförderte Gewicht beträgt (in unserem speciellen Falle) $1\frac{1}{2}$ Tons (= 30 Centner), während die Fahrgeschwindigkeit der Aufzugsbühnen in der Regel nicht 4 Fuss pro Sekunde übersteigt.

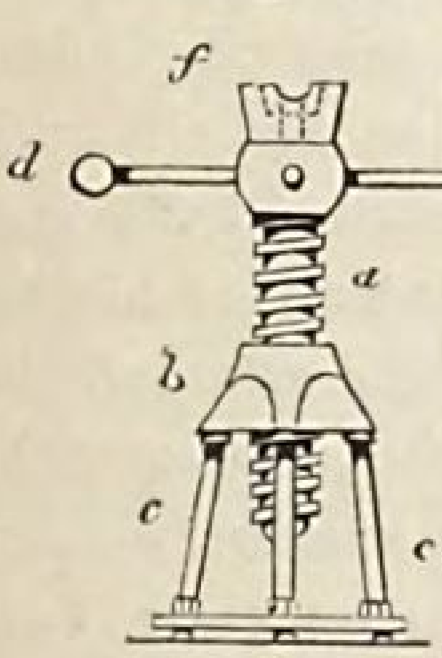
§. 4.

III. Direct wirkende Winden.

Unter direct wirkenden Winden sollen derartige Maschinen verstanden werden, deren Organe die bewegende Kraft ohne Zwischenbringen von Seilen, Ketten etc. auf die zu hebende Last übertragen etc. und wobei man vorzugsweise Menschen an Hebeln oder Kurbeln wirken lässt.

Eine der allereinfachsten derartigen Winden ist in Fig. 70 dargestellt. Eine kräftige flachgängige Schraube a findet ihre Mutter im Obertheile b eines eisernen Gestelles c. Dass die zu hebenden Lasten am Kopfe f überwunden werden, die ganze Maschine wohl auch direct unter den zu hebenden Körper gestellt, die Schraube durch Anfassen stets von den Handgriffen d aus in Umdrehung gesetzt und der Kopf f so angeordnet wird, dass er sich nicht mit dreht, wenn die Last auf ihm ruht, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Fig. 70.



Eine zweite complicirtere Winde (in der Maschinenmodell-Sammlung der technischen Hochschule in Hannover befindlich) zeigen die Fig. 71 und 72. Hier erkennt man zuerst, wie bei der ganz gemeinen Wagenwinde eine Zahnstange a, welche mittelst Kurbel und Zahnrad b auf- und abbewegt wird und geeignete Widerstände am Kopfe f überwinden (Lasten heben) kann. Zur Vervielfältigung (Multiplication) der an einer zweiarmigen Kurbel k angreifenden Menschenkraft ist eine endlose Schraube d nebst zugehörigem

1) A. a. O. (Jahrgang 1868, S. 29).

Zahnrade (Schraubenrade) eingeschaltet. Eine mehr gedrängte und noch kräftiger wirkende derartige Anordnung lassen die Figuren 73 und 74 erkennen. Hier ist die Zahnstange durch eine Schraubenspindel *a* ersetzt, deren

Fig. 71.

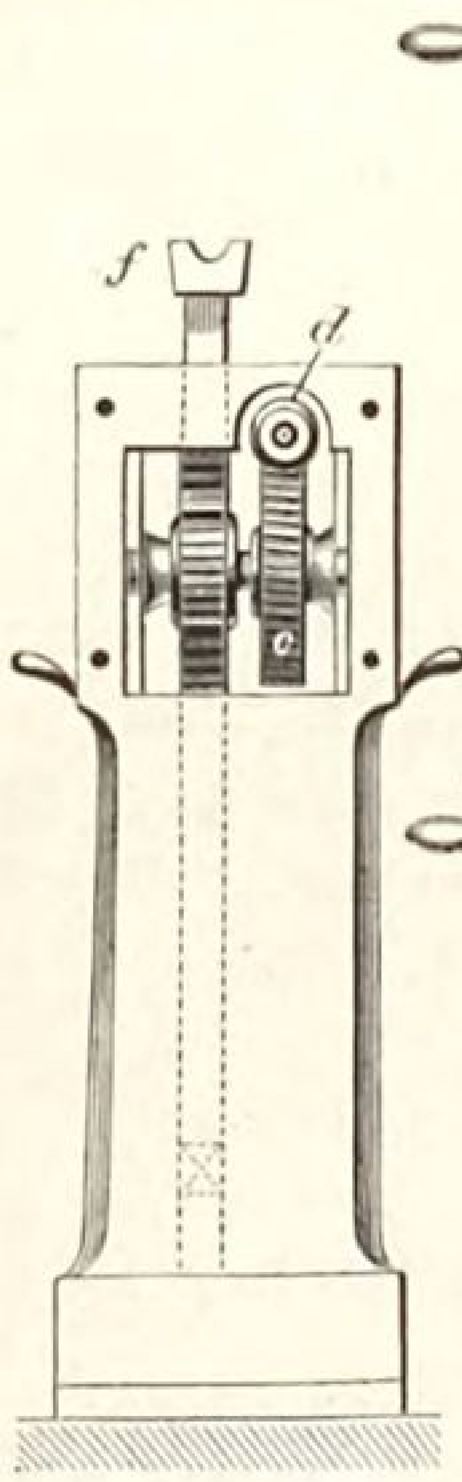


Fig. 72.

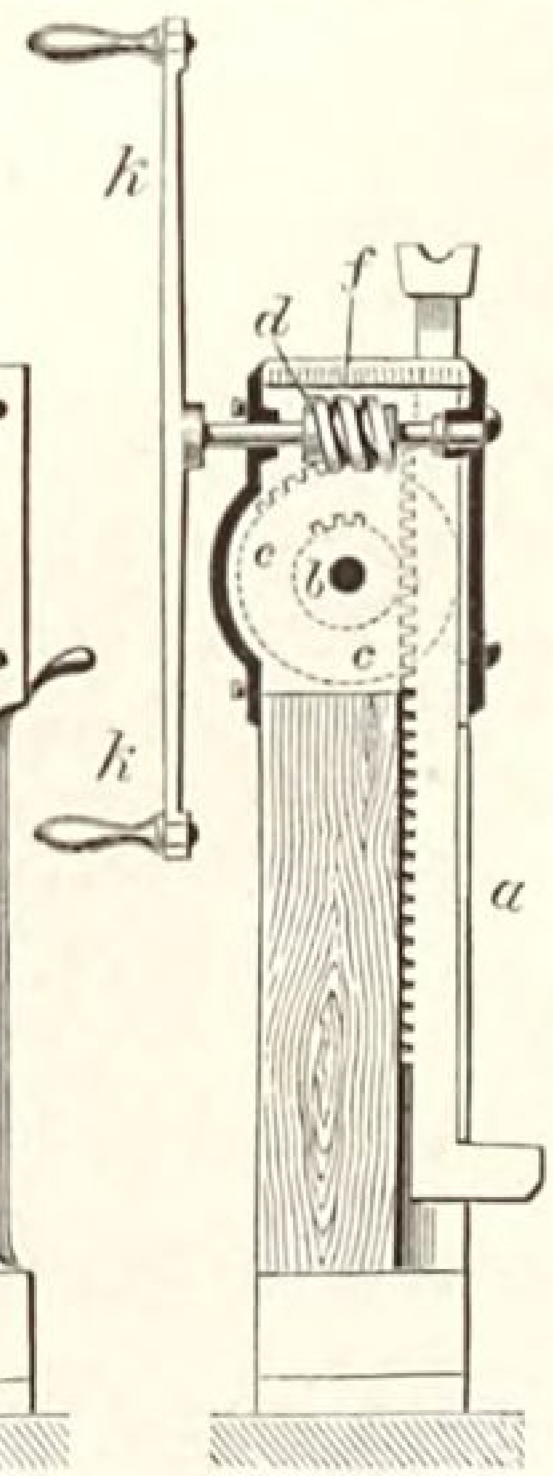
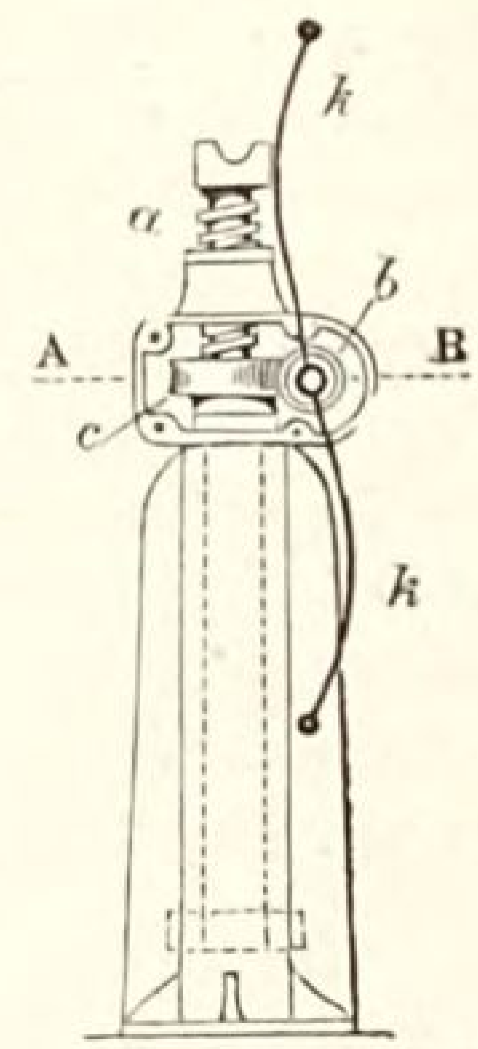


Fig. 73.



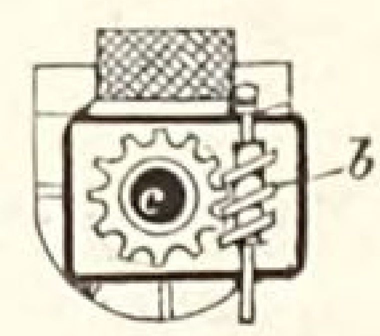


Fig. 74.

Mutter sich in der Nabe des Schraubenrades *c* befindet, dessen Zähne wieder in die endlose Schraube *b* fassen, an deren Achse die Drehkurbel *k* befestigt ist[1]).

1) Die vorbeschriebenen, mit Zahnstange und Schrauben ausgestatteten Heb- und Senkmaschinen finden ganz besonders bei verschiedenen schweren Fuhrwerken, Eisenbahnlocomotiven etc. nützliche Anwendung und werden deshalb auch gewöhnlich „Wagenwinden" genannt. Die sehr gedrängte vortheilhafte Anordnung derartiger Winden macht sie in der Praxis beliebt, trotzdem die hierbei auftretenden Reibungen so gross sind, dass die zu ihrem Betriebe erforderliche Kraft P je nach der mechanischen Combination um das 2- bis 6fache (also mehr wie bei irgend einer anderen Maschine) zur Ortsveränderung vergrössert werden muss, oder das Güteverhältniss nur $^1/_2$ bis $^1/_6$ ist. Bezeichnet man unter Voraussetzung einer einzigen Schraube mit Mutter die zu hebende Last mit Q, die Steigung der Schraube mit h und den Hebelarm der Kraft P mit a, so hat man theoretisch: $Q = \frac{2 a \pi . P}{h}$. Setzt man ferner die durch die Reibung reducirte Last $= Q_1$ und bezeichnet das Güteverhältniss mit $\mathfrak{g}$, so hat man $Q_1 = \mathfrak{g}\, Q$ oder $Q_1 = \mathfrak{g} . \frac{2 a \pi . P}{h}$.

Eine zweckmässige Combination von zwei Schrauben a und c ohne Anwendung der Handkurbel, womit man die gehobene Last auch horizontal zu transportiren im Stande ist, stellen die Fig. 75—77 dar. Die zum verticalen Erheben oder

Fig. 75.

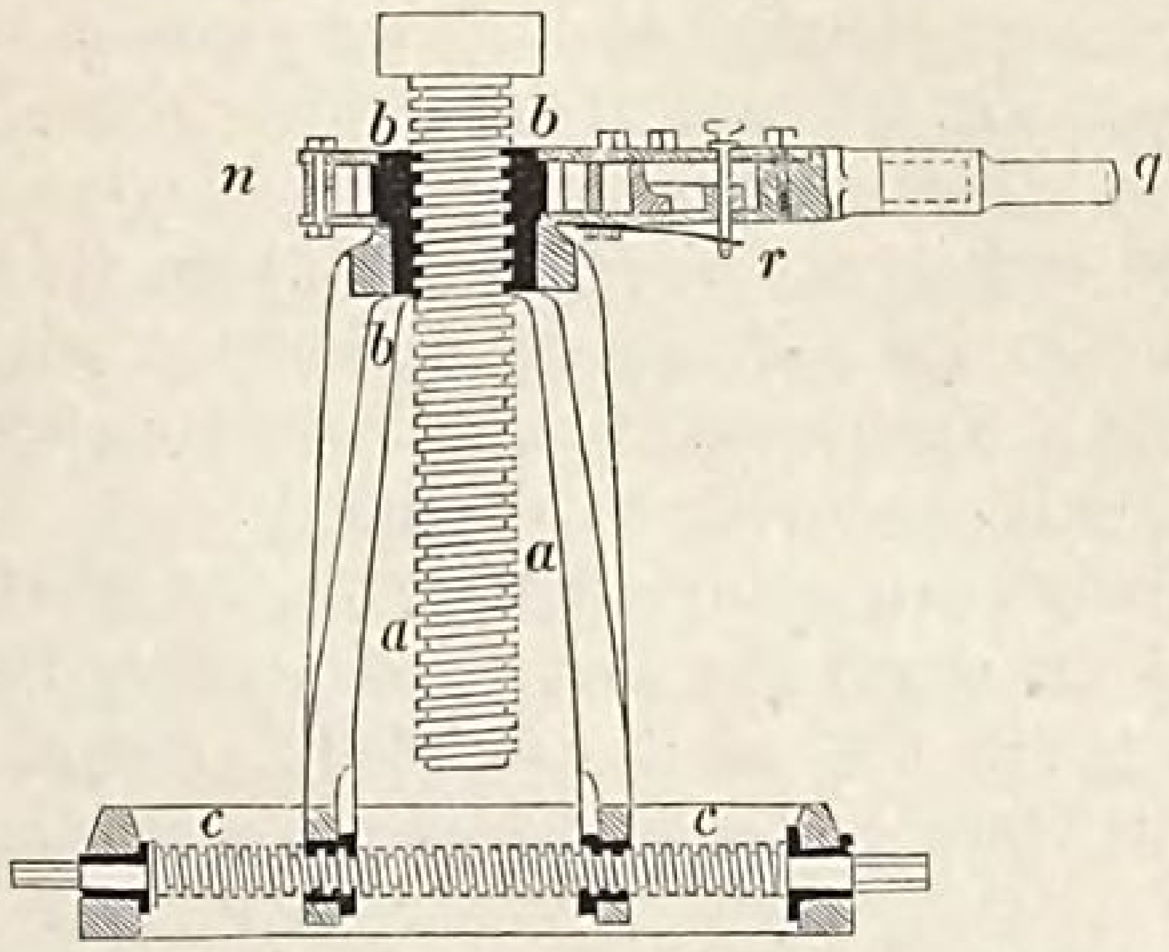


Fig. 76.

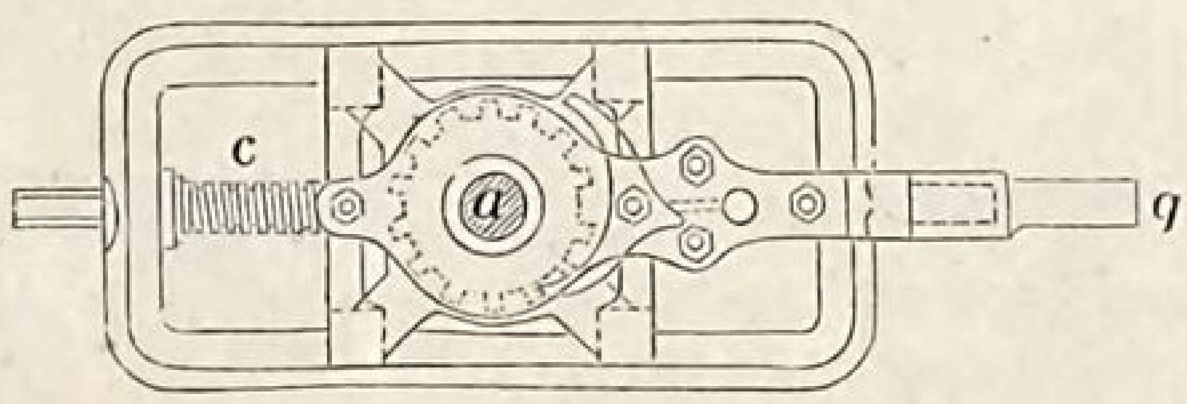
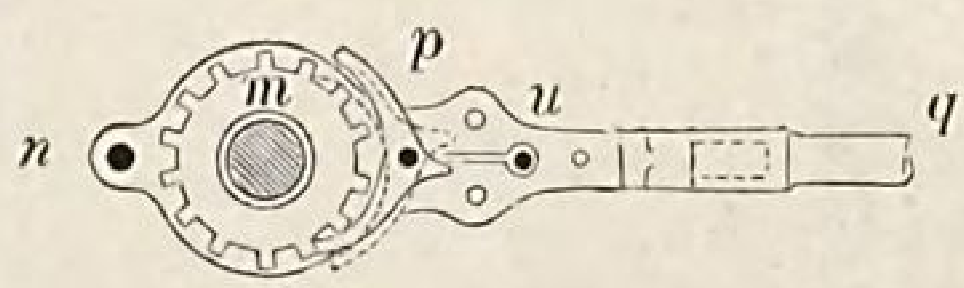


Fig. 77.



In Bezug auf streng mathematische Bestimmungen des Güteverhältnisses der Zahnstangen- und Schraubenwinden muss der Verfasser wieder auf folgende zwei Werke verweisen:

1. Herrmann-Weisbach's Ing.-Mechanik III, 2 (zweite Auflage), S. 18 (Zahnstangengewinde) und S. 24 (Schraubenwinden).

2. Ernst, „Die Hebzeuge". Der ganze vierte Abschnitt „Schraubenwinden" von S. 440—500.

Sind, wie in Fig. 73, zwei Schrauben combinirt vorhanden und gelten für die erste, auf deren Kopf die Last Q ruht, die vorstehenden Bezeichnungen, ist dagegen für die zweite Schraube h_1 die Steigung und R der Radius des Schraubenrades, so erhält man theoretisch $Q = \frac{4\pi^2 . aR}{h . h_1} . P.$

Ist beispielsweise, in Centimetern ausgedrückt, $a = 36$, $R = 24$, $h = 2$ und $h_1 = 4{,}5$, so ergiebt sich $Q = 3786 . P$, d. h. die Last, welche gehoben werden kann, ist 3786 mal so gross als die angewandte Kraft.

Mit Berücksichtigung der Reibungen würde man erhalten haben (Gerstner, Handbuch der Mechanik, Bd. 1, S. 525): $Q_1 = \frac{3786\, P}{1 + 5{,}806} = 556 . P.$ Die zu hebende Last darf also bei derselben Kraft P nur etwa $\frac{1}{7}$ derjenigen betragen,

Senken bestimmte Schraube *a* findet ihre Mutter in einer Art Halslager *b* im Gestell der Maschine.

Zum Heben und Senken der Schraube *a* ist mit der Mutter *b* ein Zahnrad *m* (Fig. 77) fest verbunden, in dessen Zähne eine der Sperrklinken *p* fasst (eine für die Rechts-, die andere für die Links-Drehung), welche Klinken beide am Hebel *q* entsprechend befestigt sind. Ein geeigneter Ring *n*, der mit dem Drehhebel *q* fest vereinigt ist, umgiebt concentrisch das Rad *m*, ohne dessen Bewegung zu stören. Ferner dient ein Bolzen *u* zum Erheben einer Feder, welche gegen die Sperrklinken *p* wirkt und entweder die eine oder die andere derselben (je nach der beabsichtigten Drehrichtung) zum Eingriffe zwischen die Zähne des Rades *m* veranlasst. Schliesslich ist *r* eine sogenannte Sicherheitsfeder, um jede Selbstauslösung zu verhindern.

Eine ebenso einfache wie sinnreiche und wirksame Schraubenanordnung zum Heben und Senken der schwersten Lasten, wie grosser Dampfkessel, Locomotiven etc., ist durch Fig. 78 und 79 dargestellt. Bemerkt werde zuerst, dass man diese Maschine (Hebebock, Locomotivwinde etc. genannt) gewöhnlich paar-

Fig. 78.

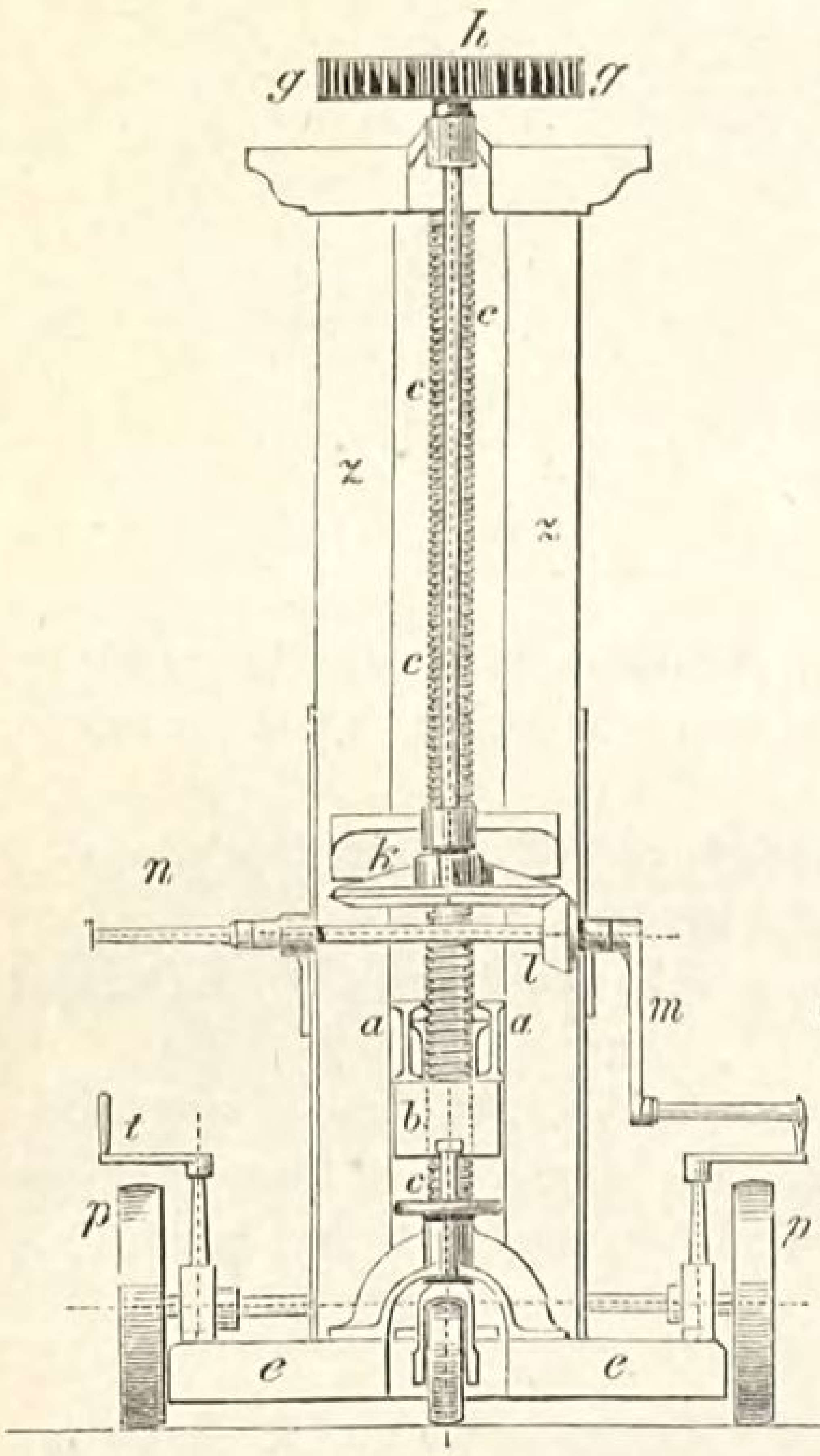
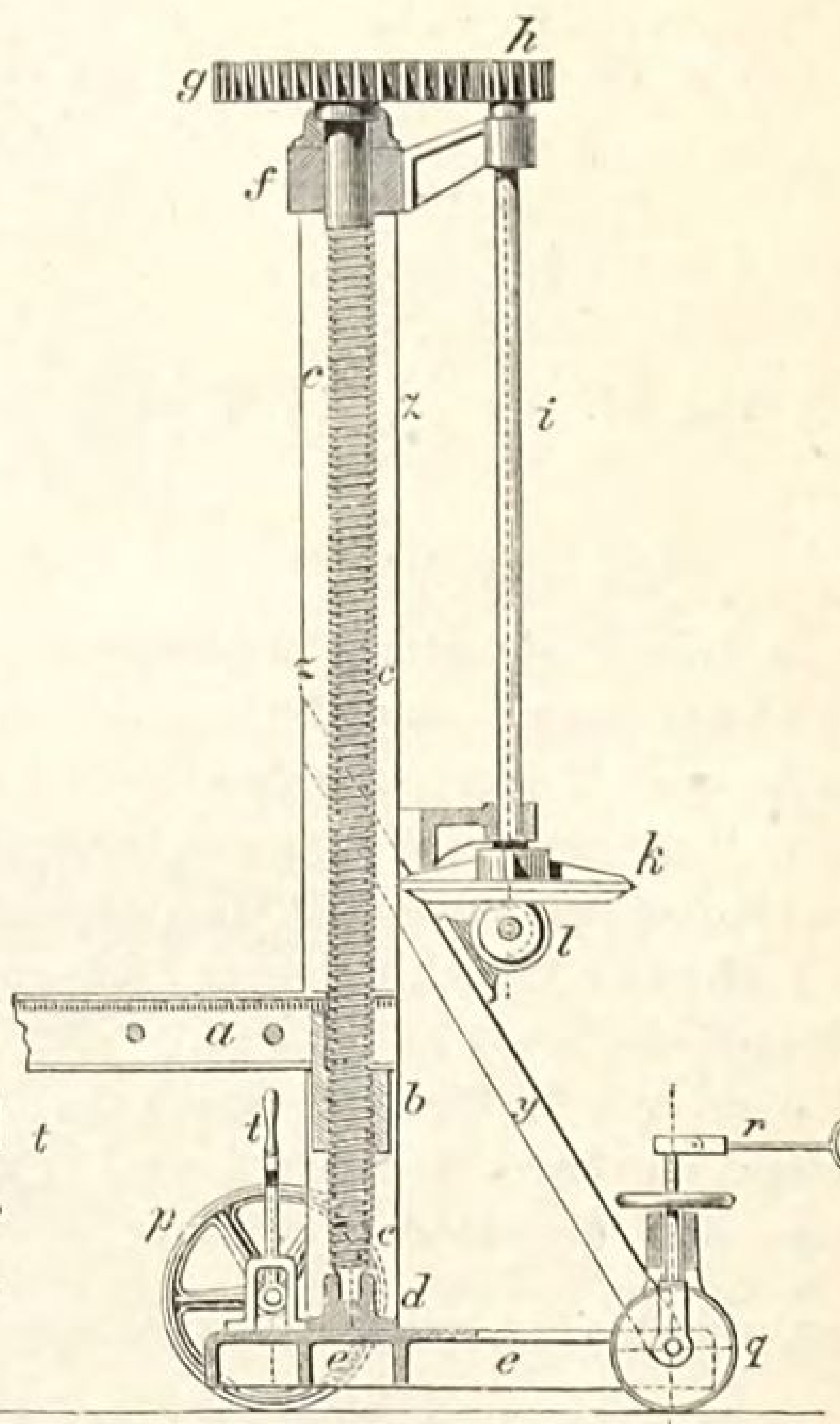


Fig. 79.



welche ohne vorhandene Reibung zu bewältigen wäre, oder das Güteverhältniss ist nur $\eta = 0{,}14$.

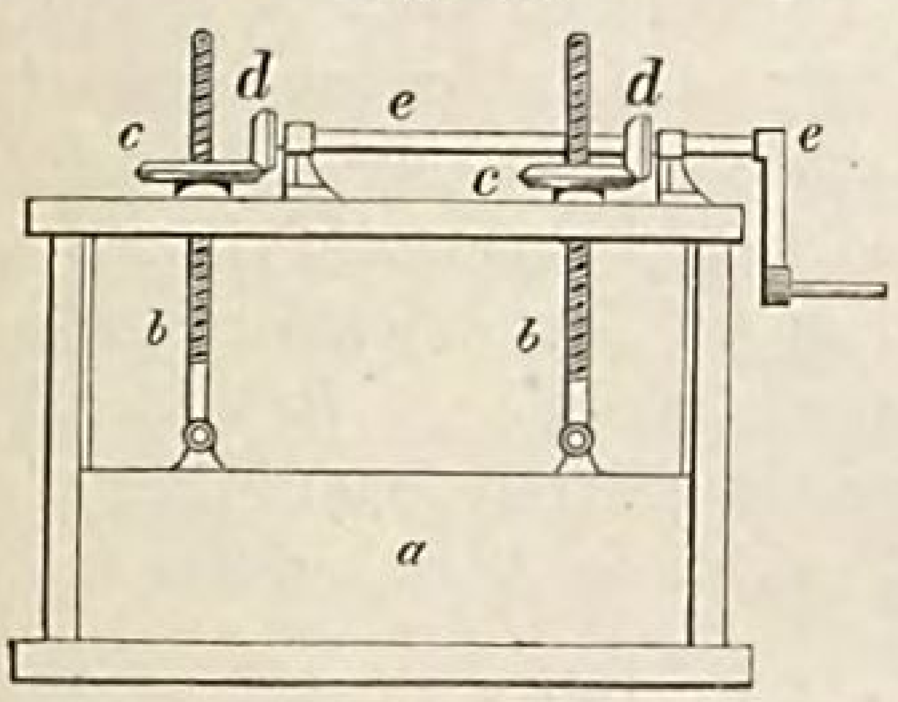
Aus diesem Beispiele erhellt wiederum, wie nothwendig es ist, bei Maschinen, welche Schrauben als Organe enthalten, die Reibung mit in Anschlag zu bringen, indem man ohne diese Rücksicht die Leistung der Maschine gar nicht zu beurtheilen im Stande ist.

weise, je zwei einander gegenübergestellt, in Anwendung bringt, wobei eine aus eisernen Trägern gebildete Brücke *a* sowohl zur Verbindung der gedachten Paare, als auch zur Auflage der betreffenden Last dient.

Die Mutter *b* der flachgängigen Schraube *c* gleitet in entsprechenden Führungen zwischen den hölzernen Ständern *zz* vertical auf und ab, ohne an den Umdrehungen der Schraube Theil nehmen zu können, welche man, unter Einschaltung zweier Zahnradvorgelege *gh* und *kl*, durch das Umdrehen von Handkurbeln *mn* veranlassen kann. Das Gestell des ganzen Werkes aus einer gusseisernen Plattform *e*, hölzernen Ständern *zz* und Streben *yy* gebildet, ist unterwärts zu einer Art Wagen gestaltet, der von drei Rädern oder Rollen *pp* und *q* getragen wird, wenn der ganze Bau von einer Stelle zur anderen transportirt werden soll. Während der Arbeit ruht die ganze Maschine mit der Plattform *e* auf dem Fussboden. Das hierzu erforderliche Heben und Senken der Platte *e* geschieht ebenfalls durch Schrauben, die man beziehungsweise von *r* und *tt* aus in Thätigkeit setzt. Die kleinere Rolle *q* wird beim Fortschaffen zugleich als Steuerrädchen benutzt.

Wie sich geeignete Schraubenwinden zum Heben und Senken von Dachstühlen[1]), Bühnen oder Brücken für Eisenbahnfuhrwerke[2]), ja selbst ganzer Häuser verwenden lassen, ohne diese Bauwerke auseinander nehmen zu müssen, lässt sich aus allem Vorstehenden leicht entnehmen und durch praktische Fälle erläutern, welche sich in den unten verzeichneten Quellen erörtert finden[3]).

Fig. 80.



Einen eigenthümlichen von Redtenbacher[4]) angegebenen Wasserrad-Schützenaufzug mit Schrauben zeigt Fig. 80. Dabei ist *a* das Schutzbrett (der Schützen), *bb* zwei Schraubenstangen, *cc* zwei Zahnräder, deren Naben mit Schraubenmuttern ausgestattet sind. *dd* zwei in *cc* eingreifende Räder. *ee* eine horizontal gelagerte, mit einer Kurbel versehene Welle, deren Richtung

1) Gerstner, Handbuch der Mechanik. Bd. 1, S. 155 und 531.

2) Minutes of Proceedings of the Inst. of Civil Engineers. Vol. XVII (1868). Beschreibung der Stephenson'schen Nil-Fähre zwischen Alexandria und Cairo. Hier wurden die Plattformen mit den darauf gefahrenen Eisenbahnwagen durch 16 mächtige Schrauben (8 in jeder Langseite) gehoben und gesenkt etc.

3) Engineering vom 14. Januar 1870, S. 23, unter der Ueberschrift „House moving at Boston“ (in Nordamerika). Speciell beschrieben wird das Heben und Transportiren des Hotels Pelham in Boston, wobei das Heben der 5000 Tons betragenden Last mittelst 72 starker Schrauben erfolgte. Beim Horizontaltransporte ruhte das ganze Gebäude auf 904 eisernen Walzen.

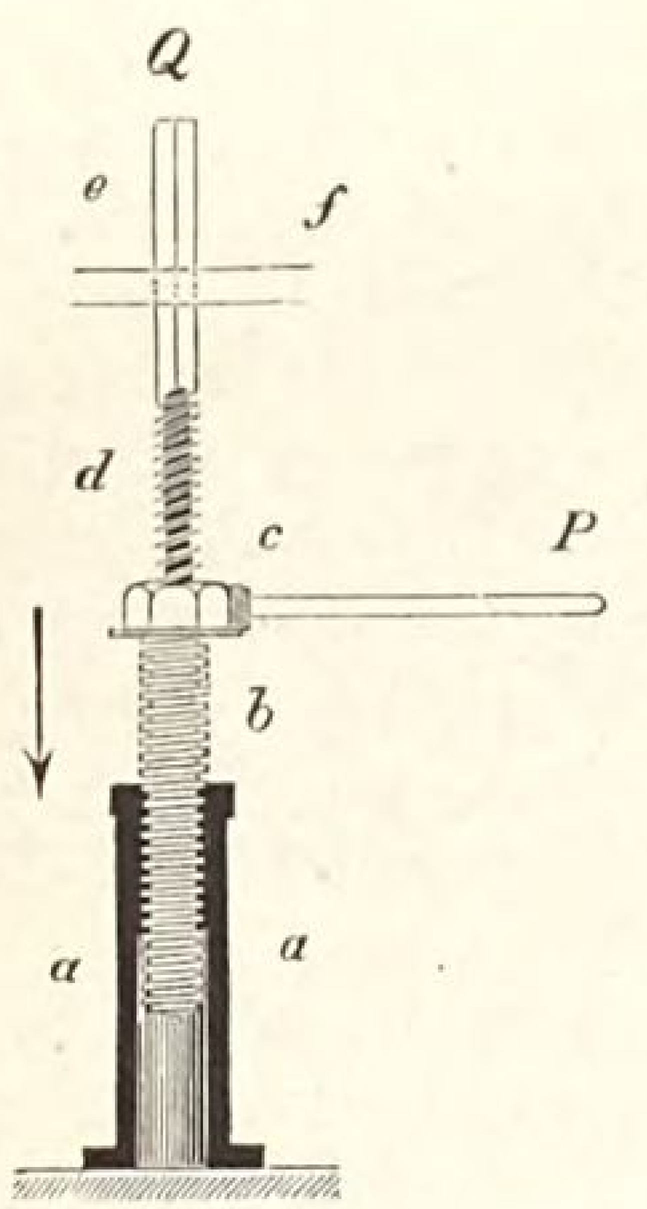
Auszugsweise wird berichtet über diese interessante Ortsveränderung gewichtiger Körper durch Maschinen im hannoverschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe, Jahrgang 1870, S. 35.

4) Der Maschinenbau. Bd. 1, S. 384.

die Richtung der Achsen von *b* und *b* nicht schneidet (sämmtliche Achsen liegen überhaupt nur in parallelen Ebenen). Letztere Anordnung verlangt, dass die Räder *cc* und *dd* nicht gewöhnliche Kegelräder, sondern hyperbolische Räder sind, welche schräg geschnittene Zähne haben.

Schliesslich werde noch auf die vom Engländer W. Hunter erdachte und von Melville zuerst (in den Phil. transact. for the year 1781. Vol. LXXI, Part I, Pag. 58 etc.) bekannt gemachte, sogenannte Differenzialschraube (Doppelschraube)[1], Fig. 81, aufmerksam gemacht, welche für besondere Fälle, ebenfalls zum Heben und Senken von Lasten benutzt werden kann.

Fig. 81.



Ein unterwärts befestigter unbeweglicher Hohlcylinder *a* enthält die Mutter einer hohlen Schraubenspindel *b*, die mittels eines am Kopfe derselben angebrachten Hebels oder Schlüssels *c* durch eine geeignete Kraft *P* in Umdrehung gesetzt werden kann. Die hohle (starke) Schraube *b* bildet ihrerseits wiederum die Mutter einer dünneren Schraube *d*, welche in der Höhlung von *b* niedergehen oder darin aufsteigen kann, deren Steigung (h_1) jedoch grösser ist wie die Steigung (h_2) der Schraube *b*. Verhindert man in geeigneter Weise (etwa so, wie es aus der Abbildung erhellt, wo die Fortsetzung der Schraubenspindel *d* nach oben bei *e* viereckig gestaltet ist und in einer festliegenden Leitung geht) die Drehung der massiven Schraube *d*, so erhellt leicht, dass während einer Umdrehung der hohlen Schraube *b* die obere Schraube *d* nebst irgend einer auf ihrem Kopfe ruhenden Last *Q* um die Steigungsdifferenz $h_1 - h_2$ beider Schrauben gehoben wird, so dass man ohne Beachtung der Reibungswiderstände[2]), wenn die mechanische Hebellänge, woran *P* wirkt, $= R$ ist, erhält:

$$P = \frac{h_1 - h_2}{2 R \pi} \cdot Q.$$

Das Princip der Differenzialschraube ist hiernach dasselbe, wie das der bereits Seite 18 (Note) besprochenen Differenzialwinde, d. h. man kann

1) Der französische Ingenieur Prony hat bereits am Anfange dieses Jahrhunderts das Princip der Differenzialschraube (vis à double pas de Prony) zur Construction einer Mikrometerschraube angewandt. Man sehe hierüber (unter Beifügung von Abbildungen) Borgnis: „Traité complet de mécanique appliquée aux arts". Composition des machines, Pag. 297, §. 307. Ferner Karmarsch, „Mechanik in ihrer Anwendung auf Gewerbe". Wien 1825, S. 120, §. 65, sowie Weisbach's Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 289.

2) Die Reibungswiderstände sind auch bei der Differenzialschraube sehr bedeutend, der Wirkungsgrad ist also sehr gering. Man sehe deshalb wieder Ernst's Werk „Die Hebzeuge", S. 459 ff. und Herrmann-Weisbach, III (2. Aufl.), 1, S. 636. Ernst berechnet, für einen speciellen Fall, den Wirkungsgrad einer solchen Differenzial-Schraubenwinde zu $\eta = 0{,}12$ und Herrmann, für ein anderes Beispiel, $\eta = 0{,}239$.

das Verhältniss zwischen Kraft und Last $\left(\frac{P}{Q}\right)$ beliebig klein machen, ohne derartig dünne Gewindedicken in Anwendung bringen zu müssen, welche die erforderliche Haltbarkeit entbehren.

IV. Winden mit Benutzung von Seilen, Ketten oder Riemen.

Indirect wirkende Winden.

§. 5.

Die unter verschiedenen Namen, wie Kreuzhaspel, Hornhaspel, Radhaspel etc. bekannten Winden der Alten (Bd. IV, S. 13 und S. 18), wobei die zu hebende oder zu senkende Last an Seile oder Ketten gehangen und letztere auf die einzige vorhandene Triebwelle beziehungsweise auf- oder abgewickelt wurden, lassen nur verhältnissmässig geringe Vervielfältigungen der Arbeitskräfte zu, oder führen zu colossalen Dimensionsverhältnissen zwischen Well- und Radhalbmesser.

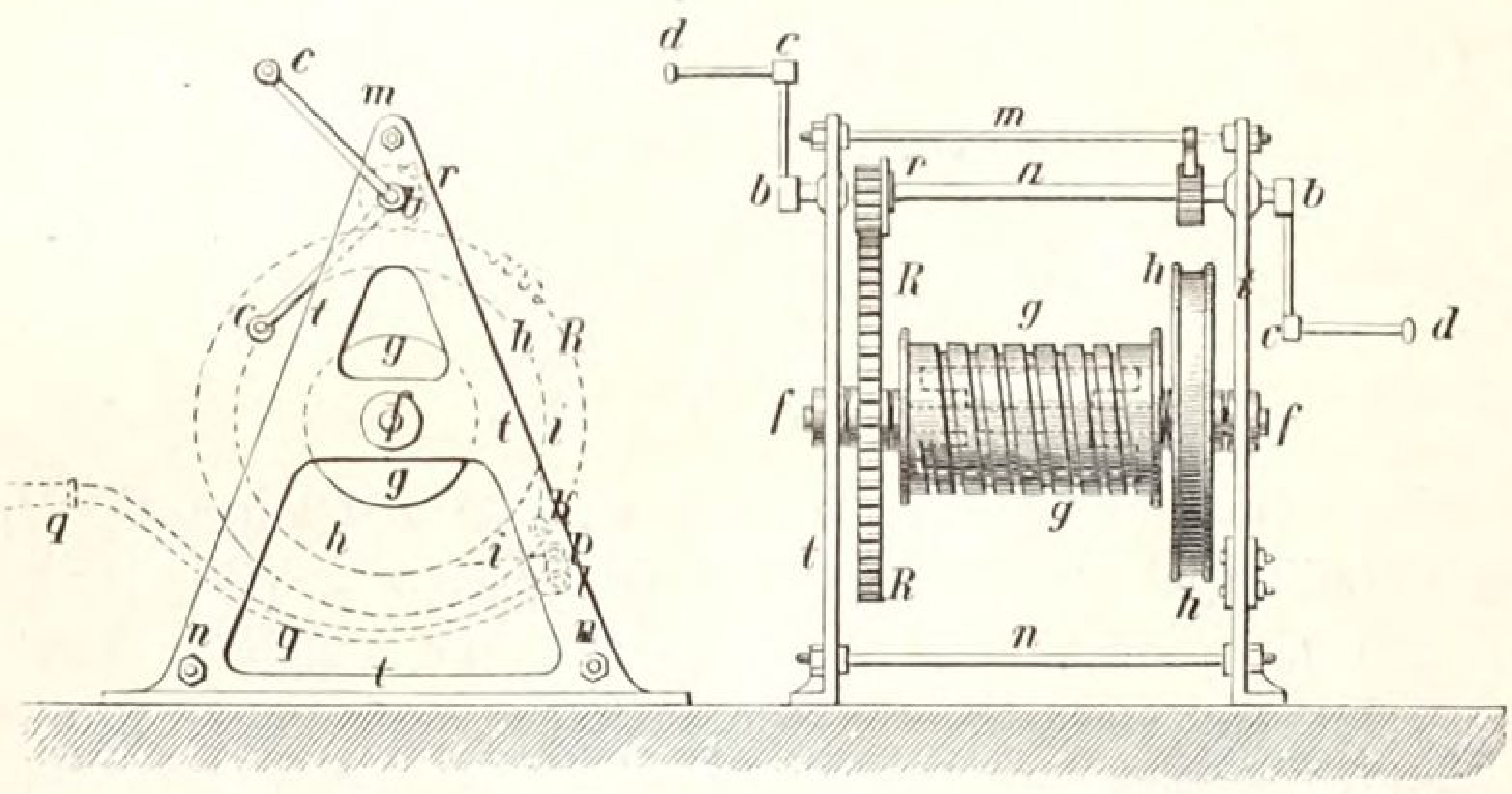
Deshalb eignen sich diese Maschinen auch nicht zum Fördern grösserer Lasten und werden jetzt überhaupt ziemlich allgemein durch Winden mit Zahnradvorgelegen von der Anordnung ersetzt, welche nachstehende, bereits Bd. 1, S. 227 (erste Auflage) und 280 (zweite Auflage) besprochene Abbildungen Fig. 82 und 83 darstellen und die man wohl auch Bockwinden zu nennen pflegt.

Gewöhnlich nimmt man die Kurbelhöhe bc im Maximum $= 0{,}450$ Meter, im Minimum 0,360 Meter, so dass Höhen von $bc = 0{,}60$ Meter (wie bei den Haspeln in einigen Gegenden Norddeutschlands, Bd. 1, S. 286 (2. Auflage), zu ganz besonderen Ausnahmen gehören. Die Kurbelwelle bb sollte dabei immer bis zur Hüftenhöhe des Arbeiters reichen, also nach der Grösse des Mannes veränderlich sein, was jedoch nicht möglich ist, weshalb man die Welle bb gern einen Meter hoch über dem Boden nimmt, auf welchem die Maschine gestellt und befestigt ist. Das Verhältniss $\frac{R}{r}$ der Zahnradradien (und folglich auch der Zähnezahlen) nimmt man gern 5 bis 6, so dass, wenn man dem Getriebe (r) 7 bis 8 Zähne giebt, das Rad (R) deren 35 bis 48 (seltener bis 60 Zähne) erhält. Den Halbmesser $= b$ der Seiltrommel gg nimmt man meistens 3 bis 4 mal vom Durchmesser des zum Fördern bestimmten Hanfseiles, so wie man endlich als Druckkraft eines mittelstarken Arbeiters am Kurbelgriffe cd, wenn

nicht ununterbrochen, vielmehr mit Pausen gearbeitet wird, 16 bis 18 Kilogramm in Rechnung bringt.

Setzt man die Kurbelhöhe $bc = a$, den Halbmesser der Seiltrommel vermehrt um die halbe Seildicke $= b$, und behält für Kraft und Last die Be-

Fig. 82. Fig. 83.



zeichnungen P und Q (wie Seite 80—83) bei, so hat man ohne Beachtung von Reibungs- und Seilbiegungswiderständen:

$$\frac{P}{Q} = \frac{r}{a} \cdot \frac{b}{R} \text{ oder I) } Q = P \frac{R}{r} \frac{a}{b}.$$

Bei einigermassen guter Ausführung (und Abwartung) derartiger Winden mit einem Zahnradvorgelege kann man 9 bis 10 Procent für die Reibungswiderstände in Rechnung bringen, d. h. für den Arbeitsdruck P beziehungsweise $\frac{P}{0,90}$ oder $\frac{P}{0,91}$ setzen [1]).

1) Zur besseren Beurtheilung und Kenntnissnahme einer solchen Winde berechnen wir, nach Redtenbacher (Maschinenbau, Bd. 1, S. 446) folgendes Beispiel, wobei vorausgesetzt wird, dass zwar im Ganzen 4 Arbeiter wirken, jedoch wegen der rechtwinkligen Stellung der Kurbeln gleichzeitig doch nur 2 derselben mit je 16 Kilogramm drücken können, so dass $P = 2 \cdot 16 = 32$ Kilogr. zu setzen ist. Ferner sei in Centimetern $r = 6,24$, $R = 31,2$, also $\frac{r}{R} = \frac{1}{5}$ und weiter $a = 36$ Centim., $b = 9$ Centim., sonach $\frac{b}{a} = \frac{1}{4}$. Demnach ergiebt sich $Q = 32 \cdot 5 \cdot 4 = 640$ Kilogr. Um in Wirklichkeit diese Nutzlast bewältigen zu können, werden die Arbeiter statt mit 32 Kilogr. mit $\frac{32}{0,9}$, d. i. mit circa 36 Kilogr. an dem Kurbelgriffe drücken müssen. (Hierzu S. 100, Note 1).

Die erforderliche Seildicke berechnet sich für die Last von 640 Kilogr. zu 2,90 Centim., der Durchmesser der Kurbelachse ab zu 3 Centimeter, der der

Zum Fördern grösserer Lasten reicht sehr oft das Verhältniss $\frac{r}{R}$ bei einer gegebenen Zahl Arbeiter nicht aus, oder $\frac{r}{R}$ muss unpraktisch kleine Werthe annehmen, weshalb man besser ein zweites Zahnradvorgelege einschaltet, überhaupt eine Winde mit doppeltem Vorgelege anordnet.

Eine derartige Winde stellen die Fig. 84 und 85 dar, zu deren Verständniss noch die Fig. 87 (Note) beitragen wird, insofern hier nur die sogenannten Theilrisskreise etc. der betreffenden Räder etc. sichtbar sind.

Fig. 84.

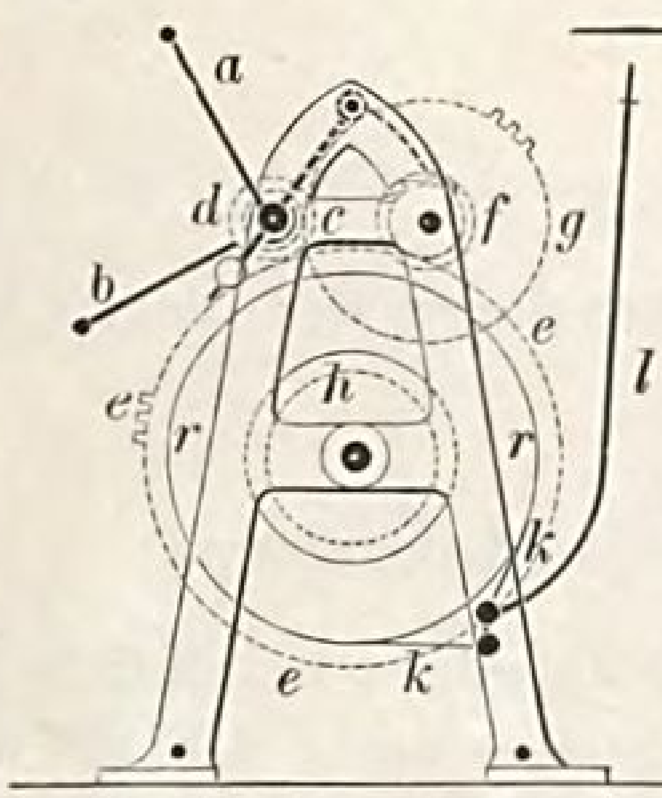
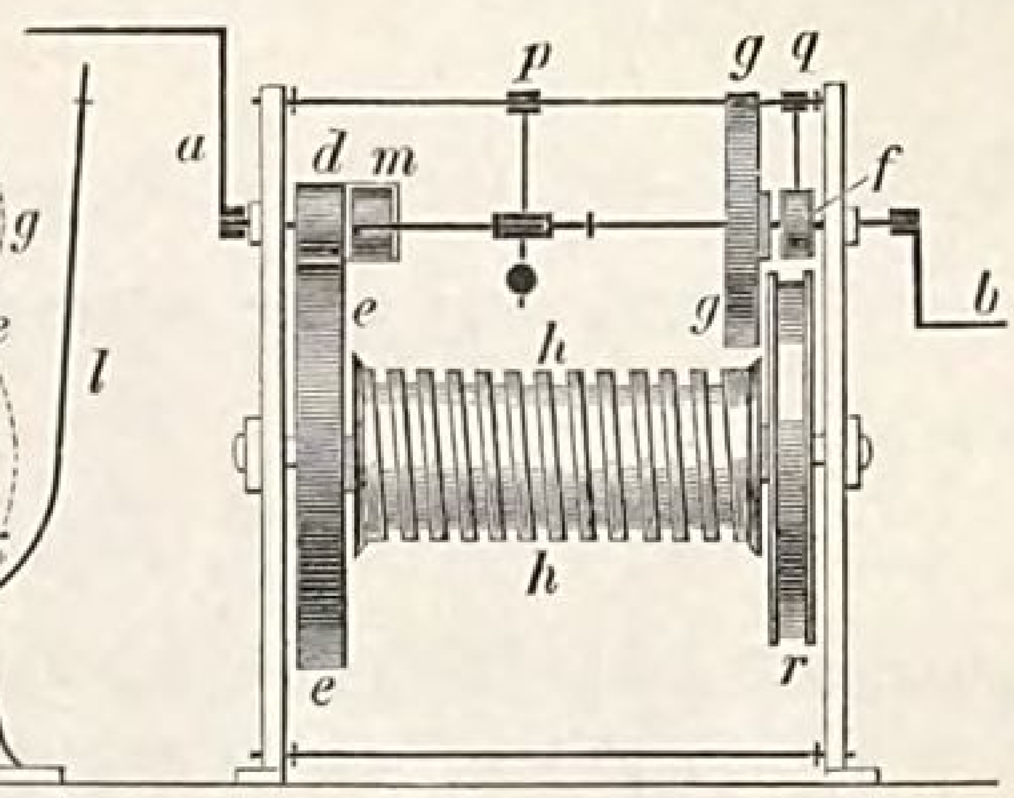


Fig. 85.

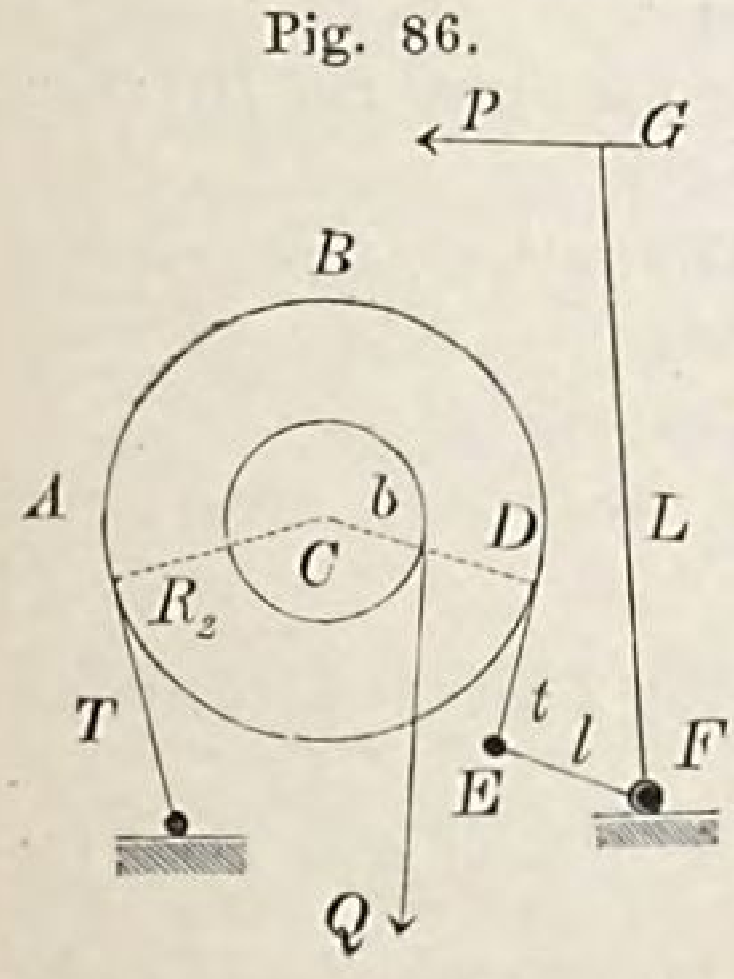


Zunächst werde aufmerksam gemacht, dass eine Einrichtung getroffen ist, beliebig mit zwei oder mit einem Zahnradvorgelege arbeiten zu können. Hierzu hat man auf die zwei parallel neben einander angeordneten Radwellen

Seiltrommelachse ff zu 5,2 Centimeter, die Zahnhöhe zu 6,3 Centimeter, wobei das Getriebe (r) 14, das Rad (R) aber 70 Zähne erhält.

Zur Berechnung der erforderlichen Kraft p am Hebel FG (Fig. 86) der Bandbremse sei $AC = R_2$ der Halbmesser der Bremsscheibe, l und L die mechanischen Längen der Hebel EF und FG, und die vom Bremsbande umspannte Bogenlänge ABD werde für den Halbmesser $= 1$ mit φ bezeichnet. Ist dann f der Reibungscoefficient zwischen Bremsscheibe (R_2) und Bremsband, so erhält man, wenn T und t die Spannungen sind, welche in den Enden des Bremsbandes vorhanden sein müssen, sobald die am Hebelarme b wirkende Last Q durch das Bremsen frei erhalten werden soll etc. und $e = 2{,}71828$ ist:

Fig. 86.



$$\text{I)} \quad TR_2 = tR_2 + Qb;$$

ferner:

$$T = te^{f\varphi} \text{ und } tl = pL.$$

Hieraus aber:

$$\text{II)} \quad p = \frac{b}{R_2}\frac{l}{L} \cdot \frac{Q}{1 - e^{f\varphi}}.$$

Für $R_2 = 24$ Centimeter, $\frac{l}{L} = \frac{1}{5}$, $\varphi = 4{,}188$

p und t (Fig. 87) zu achten, wobei die Zahnräder c und m auf p, d und g aber auf der Welle t befestigt sind, wohl beachtet, dass m und c gehörig weit von einander abstehen. Die Welle p lässt sich nun (nach Lösung eines Klink- oder Sperrwerkes q, Fig. 85) in ihrer Längenrichtung derartig verschieben, dass entweder c mit g (wenn man mit zwei Vorgelegen arbeiten will) oder m direct mit e in Eingriff gebracht werden kann. In ersterem Falle erhält man (analog I. S. 98) mit Bezug auf die in Fig. 87 eingeschriebenen Dimensionen:

$$\text{III)}\; Q = P\frac{a}{b}\cdot\frac{R}{r}\cdot\frac{R_1}{r_1},\text{[1]}$$

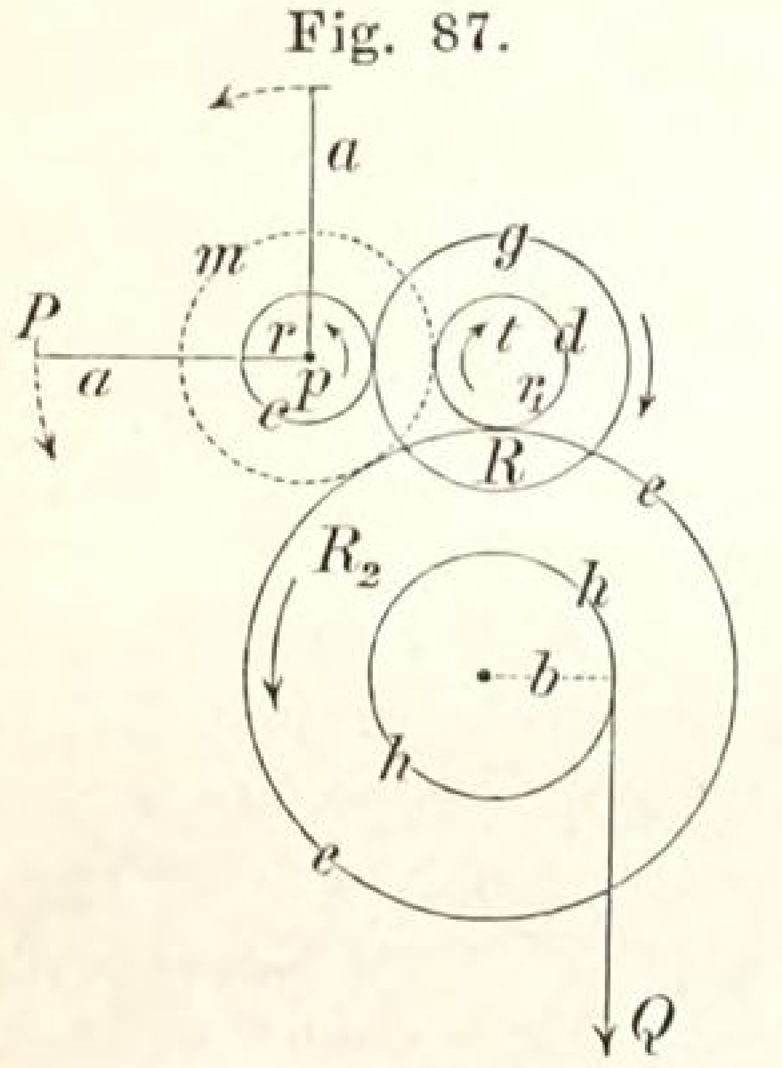
natürlich wieder ohne Beachtung der Reibung und des Seilbiegungswiderstandes.

$= \frac{2}{3}.2\pi\Big)$ und $f = 0{,}20$, folgt unter Beibehaltung der obigen Werthe für b und Q, da $e^{f\varphi} = 2{,}307$ wird:

$$p = \frac{9}{24}\cdot\frac{1}{5}\cdot\frac{640}{1{,}307} = 36 \text{ Kilogramm.}$$

1) Beispielsweise werde hier (nach den Vorträgen des Herrn Prof. Grove) eine Bockwinde mit doppeltem Zahnradvorgelege unter der Voraussetzung berechnet, dass mit derselben Lasten Q bis zu 1200 Kilogr. gefördert werden sollen und dass die Arbeitskraft ebenfalls $P = 2 . 16$ Kilogramm $= 32$ Kilogramm ist, ferner der Radius der Handkurbel $a = 40$ Centimeter beträgt.

Fig. 87.



Zuerst erhält man für den Durchmesser δ des erforderlichen Hanfseiles: $\delta = 0{,}095\sqrt{Q} = 0{,}095\sqrt{1200} = 3{,}3$ Centimeter.

Sodann ergiebt sich für den Halbmesser der Seiltrommel h: $3{,}5 . \delta$ d. i. $11{,}50$ Centimeter, demnach der Hebelarm b der Last:

$$b = 11{,}50 + \frac{\delta}{2} = 11{,}50 + 1{,}65 = 13{,}15$$

oder besser 13,20 Centimeter.

Das erforderliche Uebersetzungsverhältniss ist daher mit Bezug auf III) oben im Texte:

$$\frac{Qb}{Pa} = \frac{R}{r}\cdot\frac{R_1}{r_1}, \text{ d. i. } \frac{R}{r}\cdot\frac{R_1}{r_1} = \frac{1200 . 13{,}2}{32 . 40} = 12{,}4,$$

woraus wir entnehmen:

$$\frac{R}{r} = 4 \text{ und } \frac{R_1}{r_1} = 3{,}1.$$

Für's erste Räderpaar $\left(\frac{R}{r}\right)$ berechnet sich ferner die Zahntheilung zu 2,41 Centimeter, für's zweite Paar $\left(\frac{R_1}{r_1}\right)$ zu 4 Centimeter. Nimmt man dann für jedes der beiden Getriebe r und r_1 die Zähnezahlen $= 11$, ferner die Zähnezahl

Es dürfte hier der geeignete Ort sein, um die Verwendung sogenannter Keilräder nach dem Italiener Minotto[1]), Fig. 88, und nach dem Engländer James Robertson[2]), Fig. 89, für solche Fördermaschinen zu empfehlen, bei denen man vielfach Erschütterungen und Stösse zu erwarten hat und das Bremsen möglichst rasch und vortheilhaft bewirken will, so wenig sich diese Räder (wegen ihrer raschen Abnutzung) zur Transmission für andauernde Betriebe, wie z. B. für Brettschneidemaschinen, Bd. 2, S. 395, zu eignen scheinen. Nach den Erörterungen an letztbezeichnetem Orte hier noch Folgendes:

Den Keilwinkel β, Fig. 88 und 89[3]), nimmt man meist 30 Grad und findet dann den Radialdruck $= K$, womit beide Räder zusammengepresst werden

von $R = 44$ und die von $R_1 = 34$, so ergiebt sich schliesslich für die gedachten Halbmesser selbst:

$$R = 17{,}80 \text{ Centimeter}$$
$$r = 4{,}55 \quad "$$
$$R_1 = 21{,}64 \quad "$$
$$r_1 = 7{,}0 \quad "$$

Endlich berechnet sich noch die erforderliche Bremskraft $= p$ nach II) (Note Seite 99), wenn

$$\frac{b}{R} = \frac{13{,}2}{16{,}0}, \frac{l}{L} = \frac{1}{25}, \varphi = {}^3/_2\,\pi \text{ und } f = 0{,}18$$

genommen wird, also:

$$\frac{1}{e^{f\varphi} - 1} = 0{,}75$$

ist zu:

$$p = \frac{132}{160} \cdot \frac{1}{25} \cdot 0{,}75 \cdot Q = \frac{99}{4000} \cdot 1200 = 29{,}5 \text{ Kilogr.}$$

Wer die mehr oder weniger ausführlichen Rechnungen kennen lernen will, welche die Beachtung der Reibungs- und Seil- oder Ketten-Biegungswiderstände bei den Seil- und Kettentrommeln, so wie der Zahnradvorgelege (deren Zähne und Zapfenreibung) erfordern, muss Herrmann-Weisbach III, 2 (2. Aufl.), S. 11 ff., so wie Ernst a. a. O., S. 110 und S. 135, studiren, wobei noch hervorzuheben ist, dass diese beiden Autoren zur Erleichterung betreffender Rechnungen auch (praktisch brauchbare) Tabellen geliefert haben.

Unter Anderem ermittelt Ernst für einen besonderen Fall (a. a. O., S. 217 uud 218), wenn der Wirkungsgrad der Trommelwelle mit $\mathfrak{g}_1$, der der mittleren Vorgelegswelle mit $\mathfrak{g}_2$ und der ersten Zahnradwelle mit $\mathfrak{g}_3$ bezeichnet wird, für eine Winde mit doppeltem Zahnradvorgelege, den

Totalwirkungsgrad zu $\mathfrak{g} = \mathfrak{g}_1\,\mathfrak{g}_2\,\mathfrak{g}_3 = 0{,}97 \cdot 0{,}91 \cdot 0{,}90 = 0{,}794$

und für das einfache Vorgelege $\mathfrak{g} = \mathfrak{g}_1\,\mathfrak{g}_2 = 0{,}91 \cdot 0{,}916 = 0{,}834$ für das Lastseil und

$\mathfrak{g} = \mathfrak{g}_1 \cdot \mathfrak{g}_2 = 0{,}97 \cdot 0{,}916 = 0{,}890$ für die Kette (statt Lastseil).

1) Mech. Magazine, 61. Vol. (1854), pag. 396.

2) Ebendaselbst, 64. Vol. (1856), pag. 511, ferner Patent Specification (James Robert), Nr. 276 (1859), pag. 14.

3) Herrmann in Weisbach's Ing.-Mechanik III, 1. S. 266 (zweite

müssen, wenn P die Umfangskraft in den mit Radien R und R_1 beschriebenen Theilrisskreisen und endlich f der Reibungscoefficient der sich berührenden Flächen ist, zu[1])

$$K = \frac{P}{f}(\sin {}^1/_2 \beta + f \cos {}^1/_2 \beta).$$

Dem einfachen Keilräderpaare, Fig. 88, ist das mehrfache Paar, Fig. 89, mit den ausgehöhlten Zahnlücken *i i* deshalb vorzuziehen, weil sich hier am

Fig. 88.

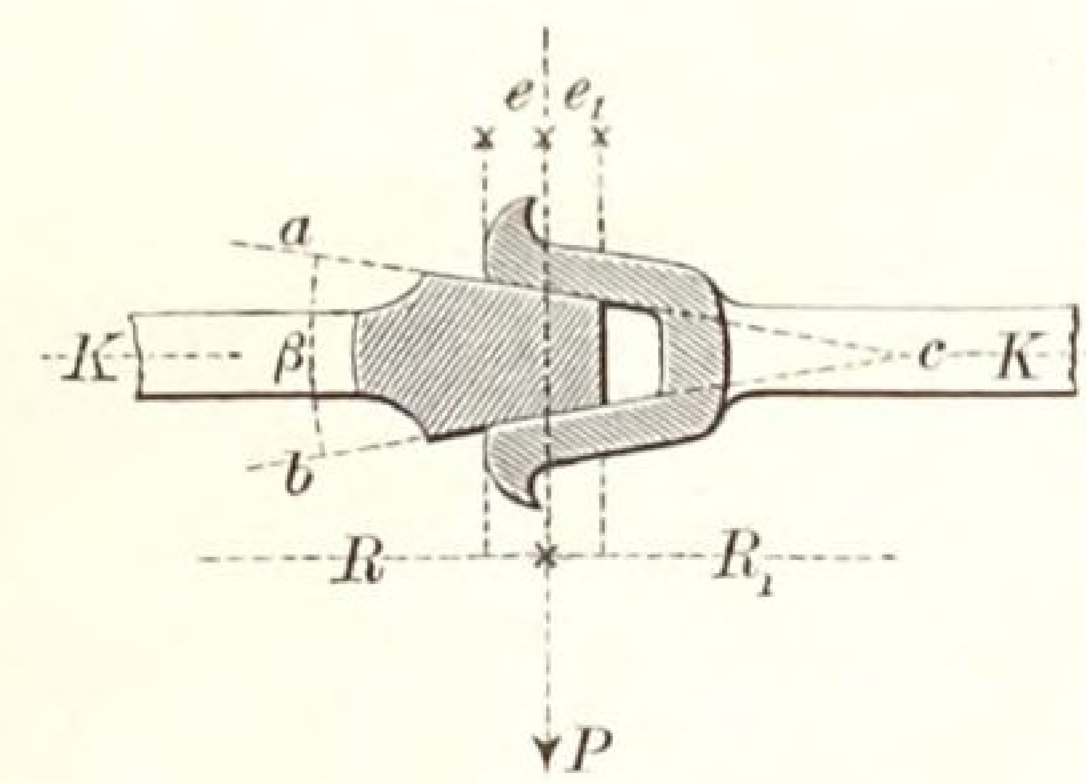
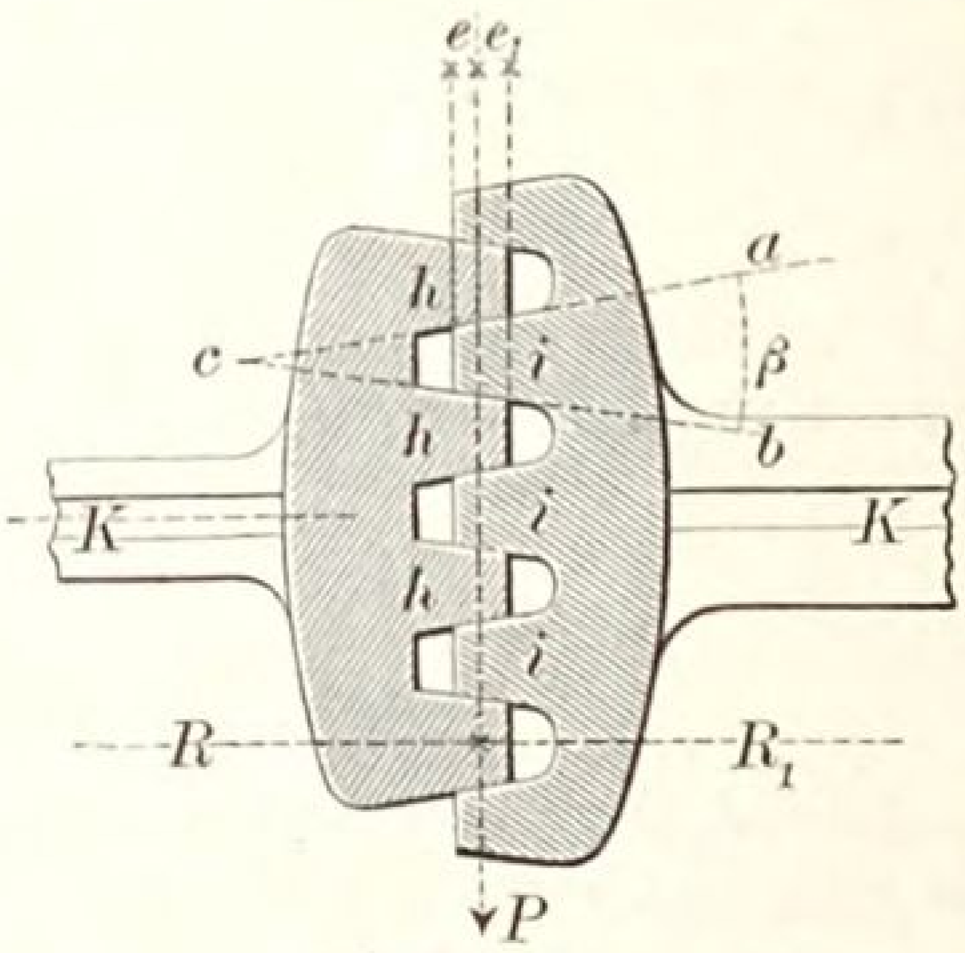


Fig. 89.



Ende der Zähne h kein sogenannter Grad bilden kann und weil dann auch die Kopflängen e und e_1 der Keile im Verhältniss zu den Radien R und R_1 oder $\frac{e}{R}$ und $\frac{e_1}{R_1}$ kleiner genommen werden können und dadurch ein grosser Fehler dieser Räder (zu starke Reibungen) vermieden wird.

Gute Abbildungen einer Robertson'schen Dampfbremse mit Keilrädern finden sich in der unten verzeichneten Quelle[2]).

Auflage). Ferner Ernst in der Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XXVI (1882), S. 243 unter der Ueberschrift: „Bestimmung des Güteverhältnisses von Keil-Friktionsrädern mit Rücksicht auf deren Anwendung für Winden". So wie in dessen wiederholt citirtem Werke: „Die Hebmaschinen", S. 139 ff. Endlich auch in der vierten Auflage von Reuleaux Werke: „Der Constructeur", S. 504 (§. 196 „Keilräder")

1) Zeitschrift d. Vereins deutscher Ingenieure, Bd. IV (1860), S. 175 und 243. Für gewöhnliche Frictionsräder, d. h. für solche mit glatten Umfängen, wird $\frac{\beta}{2} = 90^0$ und sodann $K = \frac{P}{f}$, d. h. der Achsendruck gewöhnlicher (cylindrischer oder conischer) Frictionsräder ist verhältnissmässig sehr gross und unter allen Umständen stets viel grösser als der bei Keilrädern. Die grossartigste Anwendung von Frictionsrädern findet sich bei den Treibrädern der Eisenbahnlocomotiven.

2) The Engineer. Febr. 1867, pag. 121. Ferner in Prof. Riedler's Berichte (der österr. Commission) über die Philadelphia-Weltausstellung von 1876, Heft XX (1877), S. 69, Tafel 9, Fig. 3 und 4.

Winden mit drei Paar Zahnrädern (mit drei Uebersetzungen) gebraucht man in der Regel gar nicht, da sie schwerfällig ausfallen und damit dennoch keine sehr bedeutende Lasten gehoben werden können [1]),

Man wählt dafür lieber sogenannte Dampfwinden (namentlich für Schiffszwecke) oder verbindet die durch Menschen zu betreibende Winde mit Flaschenzügen.

Eine in $^1/_{40}$ wahrer Grösse gezeichnete Dampfwinde nach der Construction des Ingenieur Corradi in Marseille stellen die Fig. 90 und 91 dar. Der Betrieb erfolgt hier direct durch zwei Dampfmaschinen *aa* mit oscillirenden Cylindern von je 15 Centimeter Durchmesser und mit 25 Centimeter Kolbenhub.

Fig. 90.

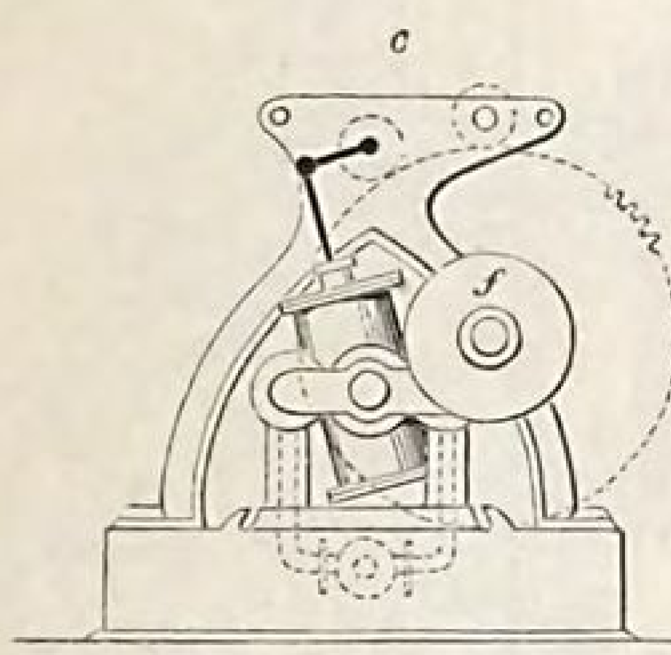
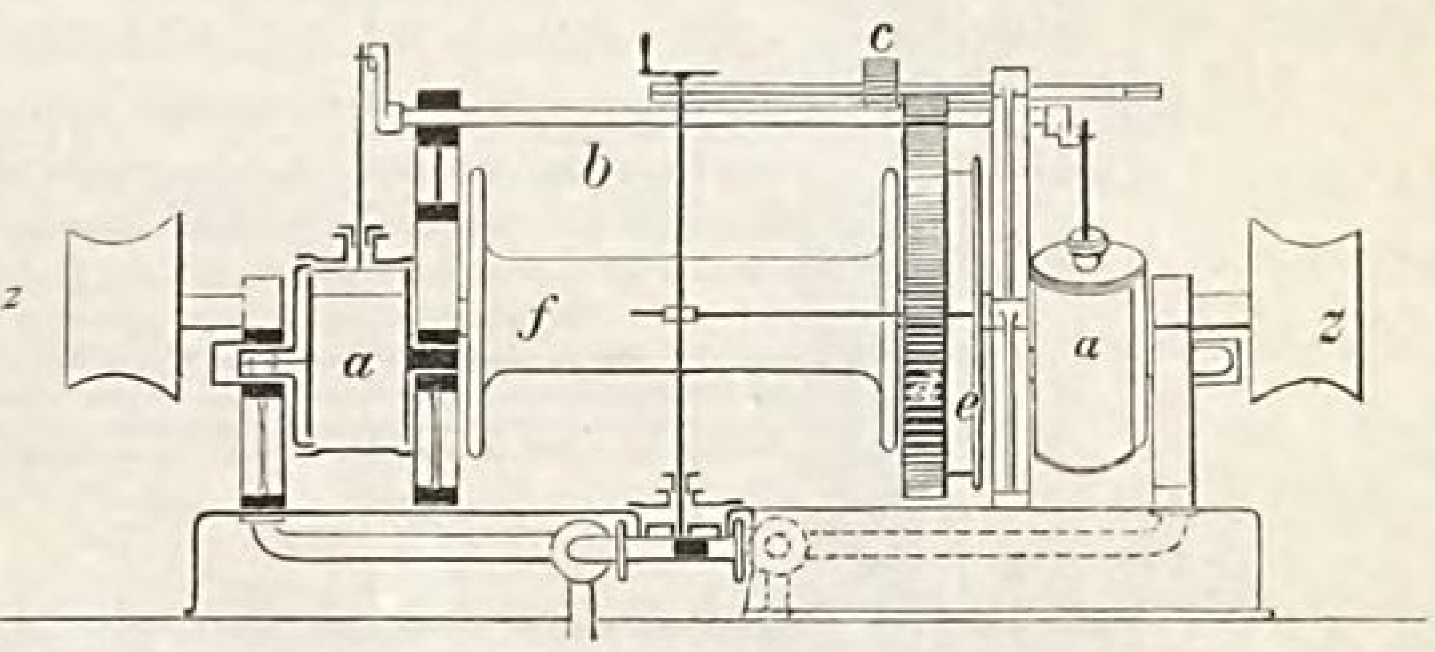


Fig. 91.



Die Krummzapfenwelle wird direct durch die Kolbenstangen der Dampfmaschinen umgedreht und zwar durchschnittlich mit 100 Touren pro Minute. Zufolge einer ebenso einfachen wie sinnreichen Anordnung des Steuermechanismus der Dampfmaschine kann die Richtung der Umläufe der Kurbelwelle *b* schnell in die entgegengesetzte Drehung umgewandelt werden, in welcher Beziehung auf unsere Quelle [2]) verwiesen werden muss. Das Getriebe *c* auf der Krummzapfenwelle hat der Constructeur mit 11 Zähnen und das mit ihm zusammengreifende Rad *d* (von 68 Centimeter Durchmesser) mit 68 Zähnen versehen. Der Durchmesser der Seiltrommel *f* beträgt 20 Centimeter. Die grössten mit der Maschine zu hebenden Lasten sind 1800 Kilogramm. Die Welle der Seiltrommel *f* hat man nach aussen hin verlängert, um mittelst der Köpfe *z* auch Seile durch Friction (ähnlich wie bereits S. 36 erörtert wurde) wirksam zu machen. Noch andere Combinationen von Dampfwinden enthalten die unten angegebenen Quellen [3]).

Nach Riedler's (vorher) citirtem Berichte über die Philadelphia-Welt-

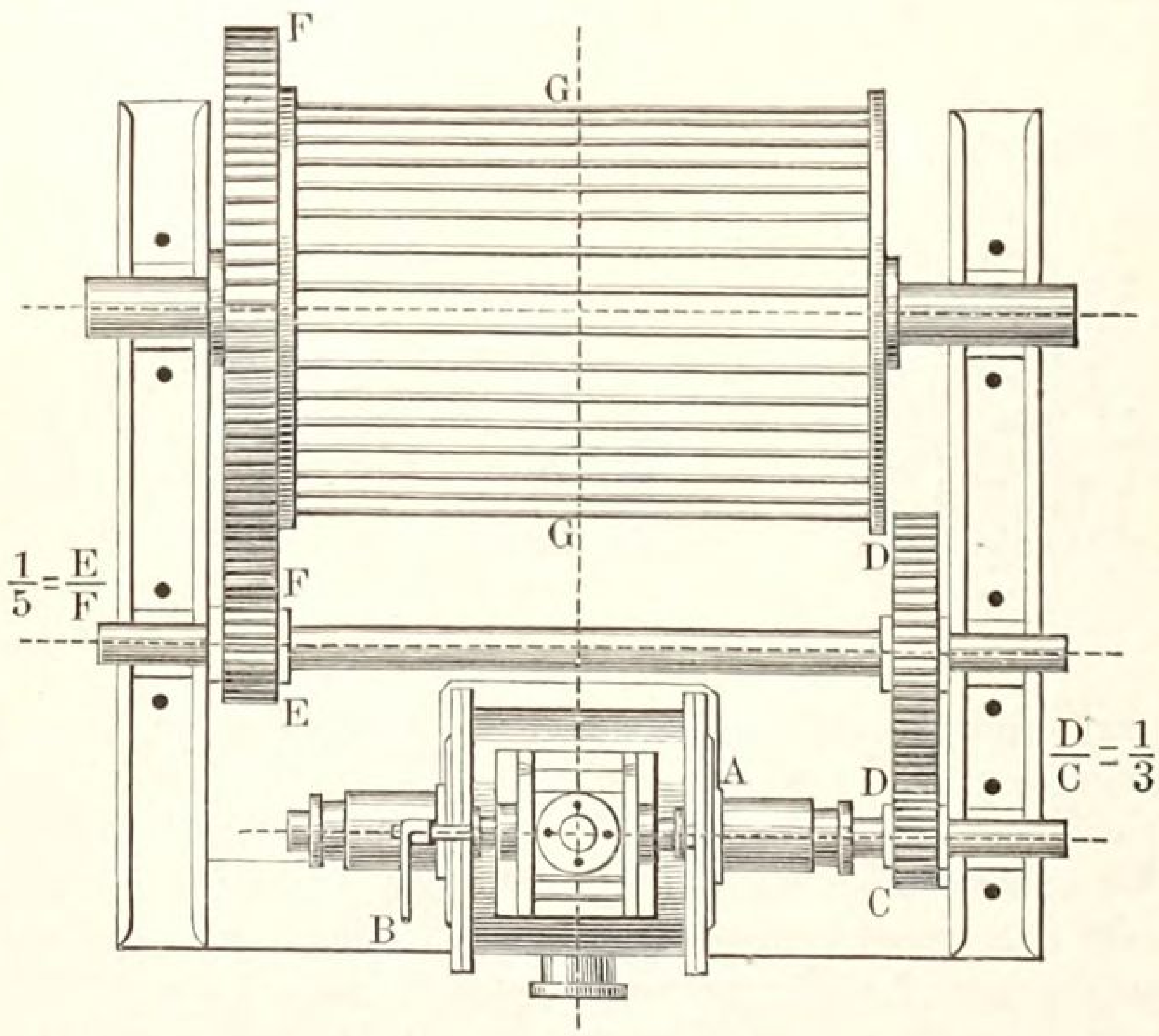
1) Bei Lasten von 3000 Kilogr. und mehr ersetzt man besser das Seil durch eine Kette. Um dann das Verdrücken der Kettenglieder auf der Lasttrommel zu verhindern, versieht man den Mantel der letzteren mit schraubenförmigen Furchen von der Gestalt, dass darin die stehenden Kettenglieder Platz finden können.

2) Oppermann, „Portefeuille économique des Machines". T. 13 (1868), pag. 18, pl. 4.

3) The Engineer, Jan. 1867, pag. 65 und Fevr. 1865, pag. 121. Ferner Uhland: „Die Hebapparate". 1. Theil. (Jena 1882). Von S. 63—78 (sta-

ausstellung von 1876, S. 64 ff., sind in Nordamerika Dampfwinden mit rotirenden Antriebsmaschinen (Dampfmaschinen mit rotirenden Kolben) vielfach im Gebrauch. Als namentlich beliebt und verbreitet bezeichnet Riedler die Dampfwinden der Lidgerwood Manufacturing Co. in New-York, wovon die nachstehende Fig. 92 die Disposition im Grundrisse und Fig. 93 einen Durchschnitt der Betriebsdampfmaschine darstellt.

Fig. 92.



In der Grundrissfigur (Fig. 92) ist AB die äussere Ansicht der rotirenden Dampfmaschine, auf deren horizontaler Betriebswelle direct das erste Getriebe, Zahnrad C festgekeilt wurde. Letzterer Trieb greift in das Rad D des ersten Vorgeleges, wodurch weiter ein zweites Zahnrad-Vorgelege EF in Umdrehung gesetzt wird. Mit F auf einerlei Welle ist die Trommel G für das aufzuwickelnde Lastseil (oder die Lastkette) festgekeilt.

Die rotirende Dampfmaschine gehört zur Gattung der sogenannten Riegelmaschinen (nach Leupold[1]), „Pumpen mit Prinz-Ruprecht-Kolben"), wobei

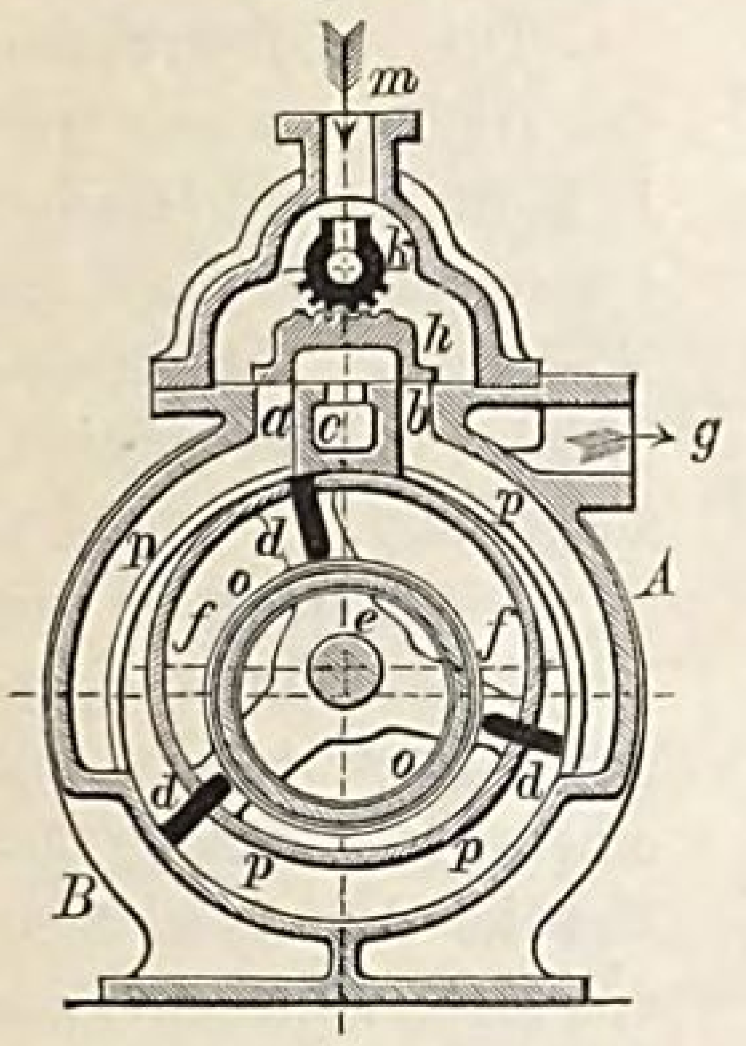
tionäre und transportable Dampfwinden) in grosser Auswahl von Fig. 105 bis mit Fig. 122.

Endlich auch bei Ernst a. a. O. (nach Zeichnungen im „Practical Mechanic's Journal", Octoberheft 1868 und der „Hütte", 1874, Blatt q^a und q^b).

1) Leupold, Theat. Machin. Hydraulicarum. Tom. I. Cap. XIII, S. 123 (Leipzig 1724). Ferner als Dietz' Rotations-Pumpe in Frankreich. Gebräuchlich in Prechtl's Techn. Encyklopädie. Bd. 11 (1841), S. 274.

der excentrisch gestellte Kolben *ff* mit drei Riegeln *dd* ausgestattet ist, die sich in radialer Richtung verschieben und deren Weg durch den zur Welle *e* centrisch gestellten unbeweglichen Cylinder *pp* und *qq* begrenzt wird. Der Betriebsdampf tritt bei *m* ein, während der Abdampf die Maschine bei *g* verlässt. Ist nun beispielsweise der (von *k* aus verstellbare) Schieber *h* so nach rechts verschoben, dass der frische Dampf bei *a* eintreten und der Abdampf auf dem Wege *bcg* die Maschine verlassen kann, so wird die Drehung des excentrisch gestellten Kolbens *ff* in der Richtung von links nach rechts erfolgen etc. Hiernach erkennt man auch sofort, wie einfach durch Verstellen des Schiebers *h* von rechts nach links die entgegengesetzte Rotation der Trommel (also von rechts nach links) bewirkt werden kann.

Fig. 93.



Man erkennt hierbei, dass diese einfache Bewegungsumsteuerung auch als Bremsmittel bei Herabsinken von Lasten benutzt werden kann.

Hervorgehoben wird in unserer Quelle ganz besonders, dass die gewöhnlichen Nachtheile rotirender Dampfmaschinen, geringe Haltbarkeit der Kolbendichtungen etc. bei der Lidgerwood'schen Construction, abgesehen von meist grossem Dampfverbrauch (wenn man die verticalen Seitenflächen nicht scharf aufschleift und mit Spielraum arbeiten lässt), zu Betriebsstörungen selten Anlass gegeben, die ganzen Maschinencomplexe vielmehr sich als sehr dauerhaft erwiesen haben.

Eine Dampfwinde zum Fördern eines für 60 Personen Platz bietenden Korbes *AB* (Fig. 94), bis zur Höhe eines Aussichtsthurmes, im Rayon der Weltausstellung in Philadelphia (1876), war auf einer Anhöhe von circa 70 Meter nahe dem Schuylkill-Flusse aufgestellt.

Die ganze Anordnung verdient jedenfalls hier notirt zu werden [1]).

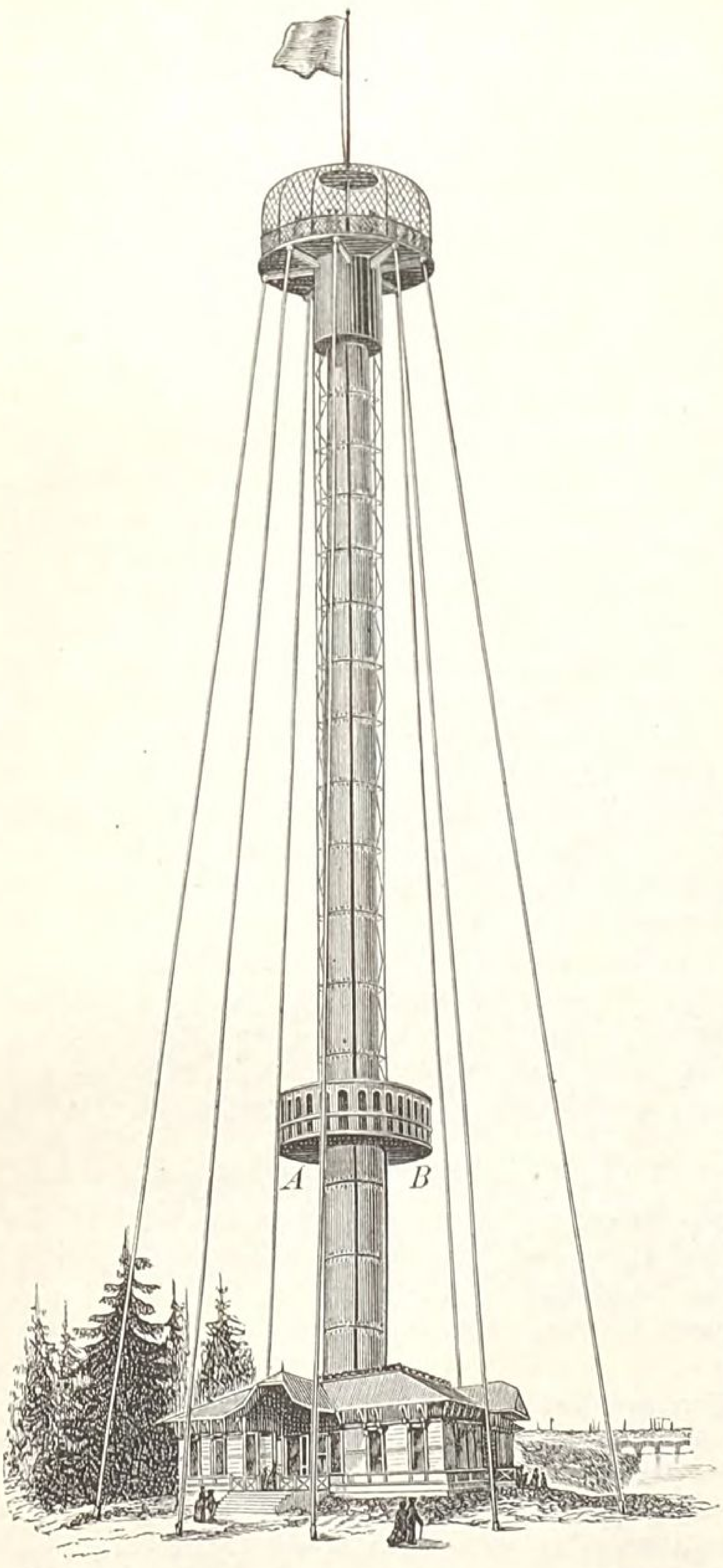
Der Aussichtsthurm wird von einer 70 Meter hohen Blechröhre gebildet, welche an der Basis 2,5 Meter, am oberen Ende aber nur 0,95 Meter weit ist. Die unveränderliche Stellung dieser Röhre wird durch acht im Erdboden verankerte Drahtseile gesichert, welche oben an zwei sich kreuzende T Eisen angreifen.

Der Förderkorb *AB*, im Innern auf das Eleganteste ausgestattet, mit Schiebfenstern etc. versehen, umfasst die Röhre in Ringform und wird an vier mit derselben durch leichtes Gitterwerk verbundenen Leitschienen geführt. Aufgehangen ist der Korb an Drahtseilen, welche oben über eine Rolle laufen, während durch ein im Innern der Röhre auf- und absteigendes Gegengewicht der Korb ausbalancirt wird.

Die Förderdampfmaschine, in einem Gebäude aufgestellt, welches den Fuss der Röhre umgiebt, hat nur Reibungen und das Gewicht der auf- und ab-

1) Der Verfasser benutzt hierzu D. Dietrich's „Skizzen, gesammelt bei einer officiellen Reise nach Nordamerika im Sommer 1876". Berlin 1879. S. 14 ff. Ferner Uhland's Werk „Die Hebapparate" (Jena 1883), S. 114.

Fig. 94.



fahrenden Personen als Last zu überwinden.

Oben auf der Plattform der Röhre, in der Höhe von 140 Meter über dem Spiegel des Schuylkill-Flusses ist Platz für 150 Personen, die überdies nicht zum Stillstande gezwungen sind.

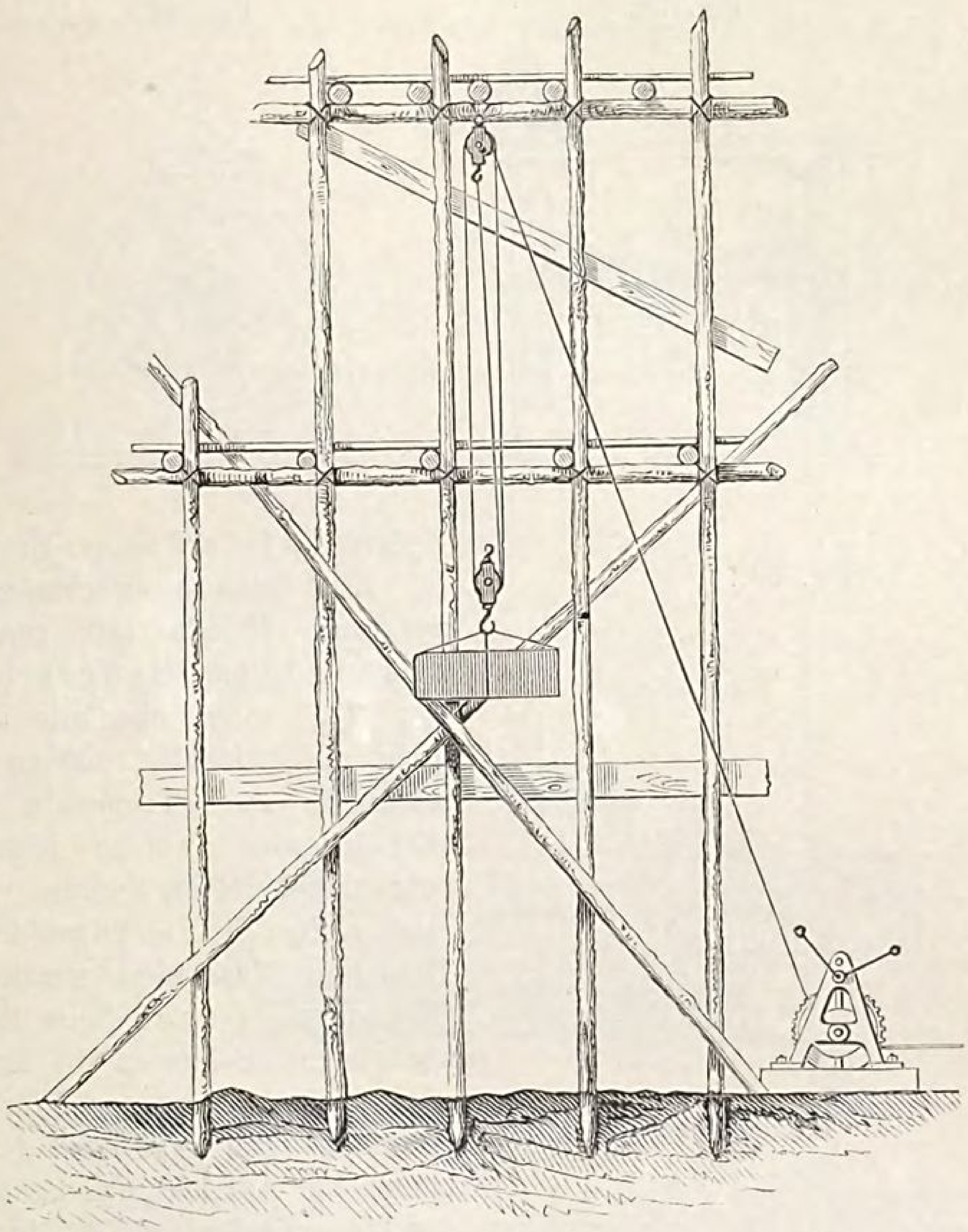
Die Construction des Ganzen wurde von L. B. Sawyer in Boston entworfen und von einer Bostoner Maschinenfabrik (auf Speculation) ausgeführt.

Die Disposition zur Verbindung einer eisernen Bockwinde mit einem Flaschenzuge zum Zwecke des Aufziehens von Materialien auf Baugerüste zeigt Fig. 95, die keiner besonderen Erörterungen bedürfen wird.

Bei grossen Seillängen, beispielsweise beim Fördern auf hohe Baugerüste, bei Ankerwinden etc. ist es unthunlich, das ganze Seil auf die Lasttrommel zu winden, weshalb letztere nur zum sovielmaligen Umschlingen des Förderseiles benutzt wird, dass dasselbe nicht rutscht, sondern so viel Reibung zwischen Seil (oder Kette) entsteht, dass die Lasttrommel beim Fortschreiten des Seiles in Umdrehung gesetzt wird.

Um hierbei den Uebelstand der genau cylindrischen Trommeln zu vermeiden, dass sich das Seil stets seitwärts verschiebt, giebt man dem Trommel-

Fig. 95.



mantel eine mehr oder weniger conoidische Form *abc* (Fig. 96), macht dieselbe von Holz und beschlägt sie auch wohl mit Messingstreifen *dd*.

Unsere Abbildungen Fig. 96 und 97 gehören zu einer von C. Waltjen in Bremen construirten und ausgeführten Ankerwinde[1]). Die Umdrehung der Seiltrommel *abce* geschieht durch Menschenkraft, entweder mittelst der Kurbeln *f*, wobei man das Zahngetriebe *g* in das Rad *h* eingreifen lässt, oder durch Handspeichen, die man in die hölzerne Trommel *abce* einsteckt. Durch dieselbe Vorgelegewelle *i* kann mittelst der Kurbeln auch noch ein kleiner stehender Windekopf *m* (Spielwinde) betrieben werden, wenn die Vor-

1) Wiebe, Skizzenbuch für Ingenieure u. Maschinenbauer. Heft XXXIII. (1864), Blatt 5.

gelegewelle *i*, wie dies unsere Skizze darstellt, so verschoben ist, dass das Getriebe *g* für die hölzerne Trommel ausgerückt und das conische Getriebe *k* mit dem Kegelrade *l* des Windekopfs in Eingriff gebracht ist. Ein geeignetes

Fig. 96.

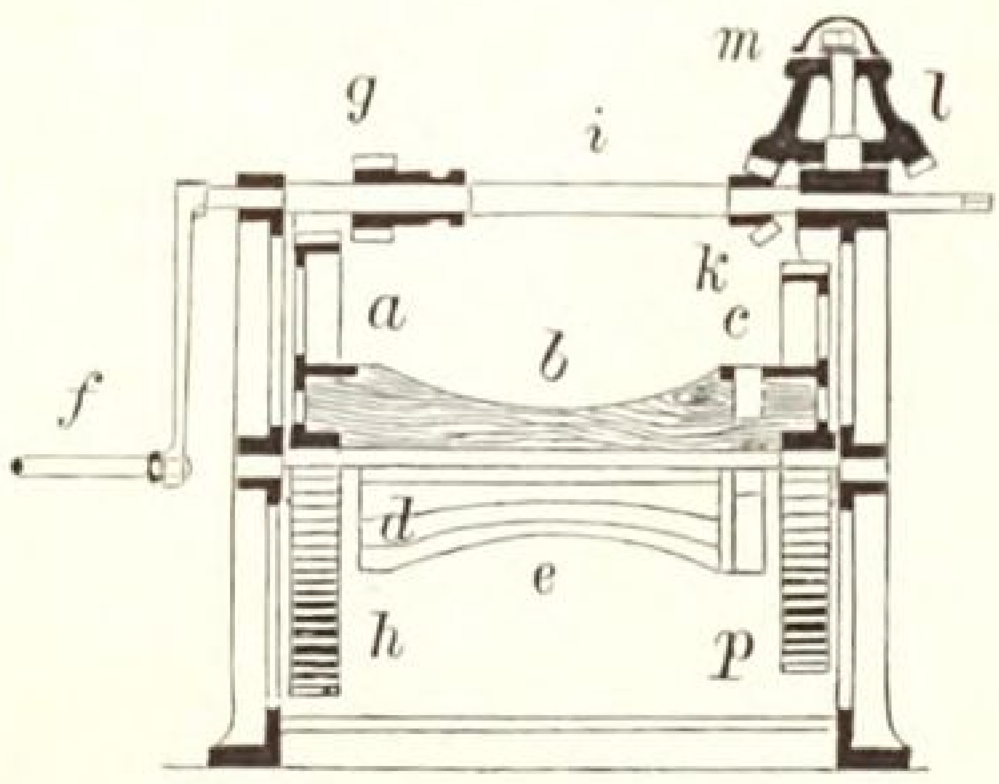
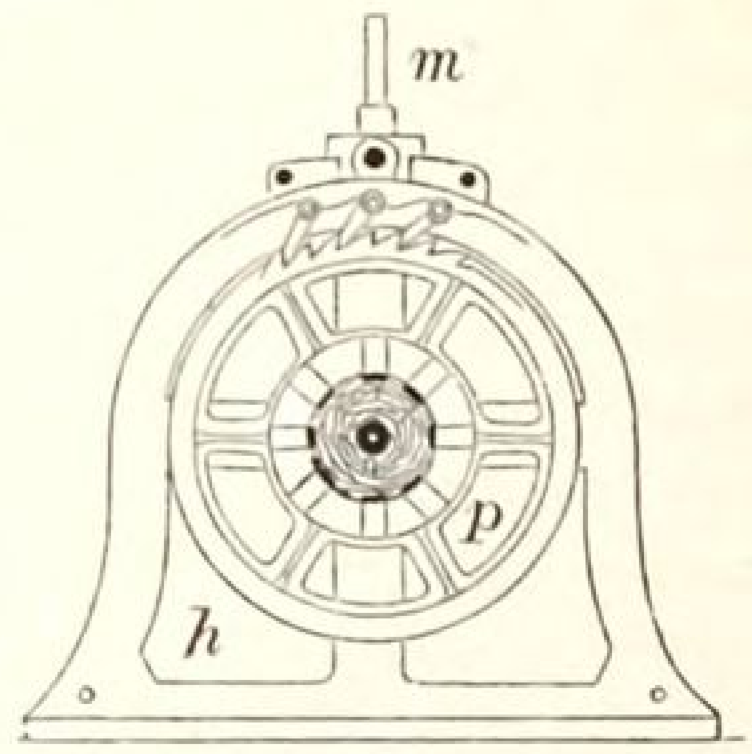


Fig. 97.

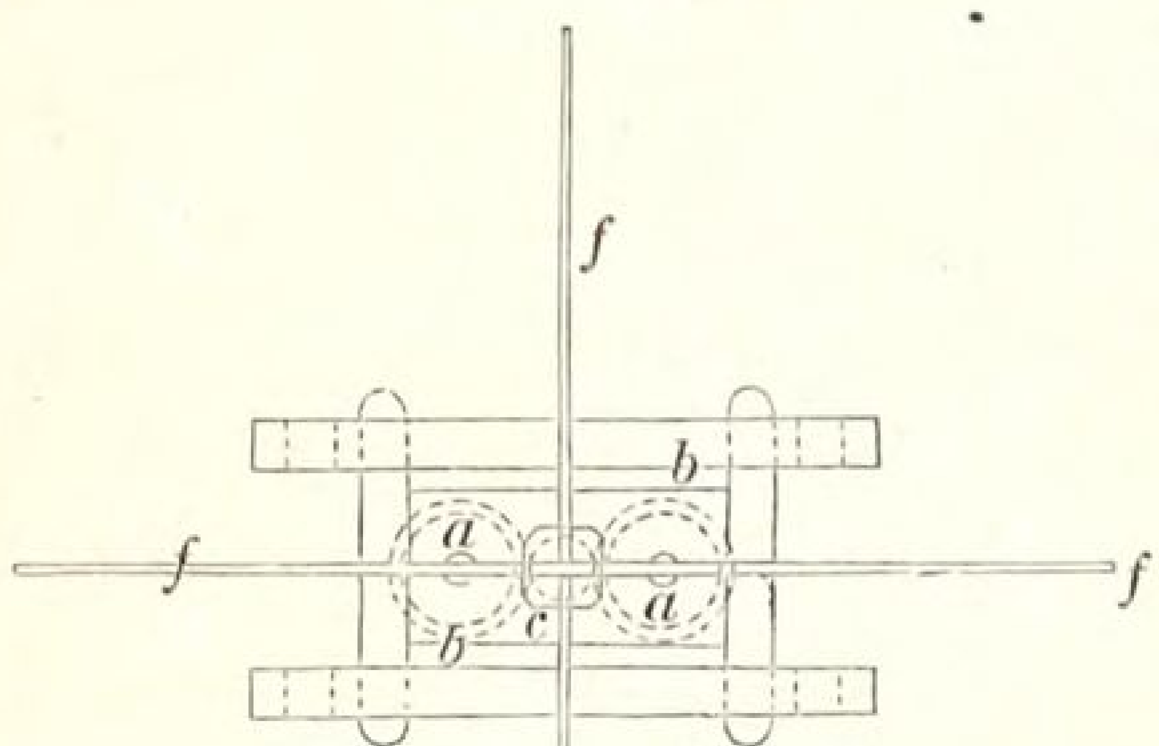


Sperrrad *p* bedarf keiner Erörterung.

Eine ebenso zweckmässige wie wirksame Winde (als sogenannte Erdwinde oder Gangspill, S. 14, Fig. 7), wobei ebenfalls das Seil nicht aufgewickelt, sondern einigemale um zwei Trommeln *aa* gewickelt wird, welche hierzu mit schraubenförmigen Spuren versehen sind, stellen die Fig. 98 und 99 dar[1]). Derartige Maschinen wurden vom Oberbaurath Laves beim Baue des königlichen Schlosses in Hannover zum Aufziehen grosser Werkstücke gebraucht und zwar nach dem Vorgange bei Aufrichtung des Schaftes der Alexandersäule (1832) in Petersburg[2]).

Die Arbeiter wirken an den langen Druckbäumen *ff*, die man durch den Kopf der stehenden (eisernen) Welle *d* steckt, an deren unterem Ende ein Zahngetriebe *c*

Fig. 98.



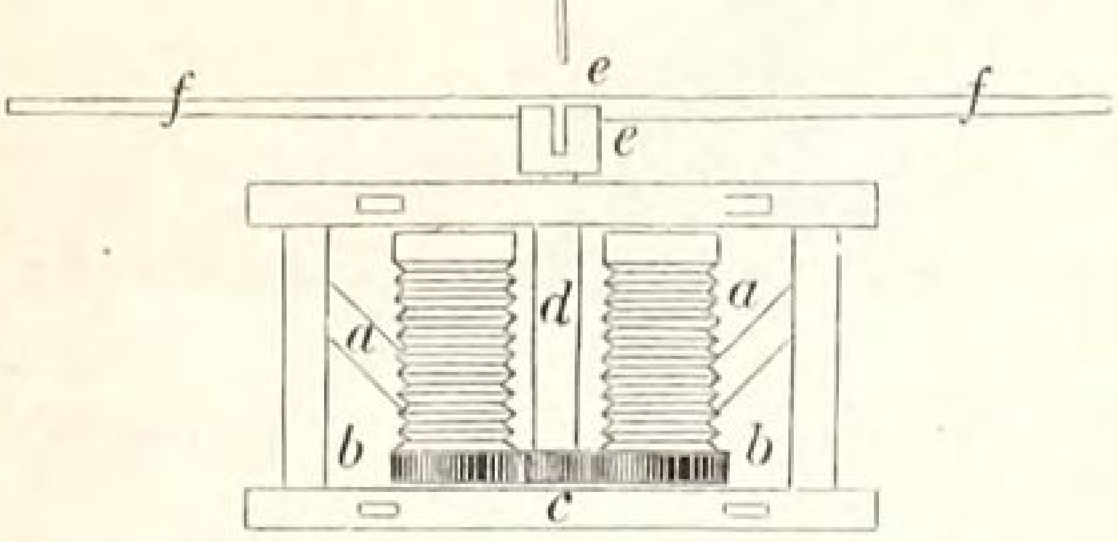


Fig. 99.

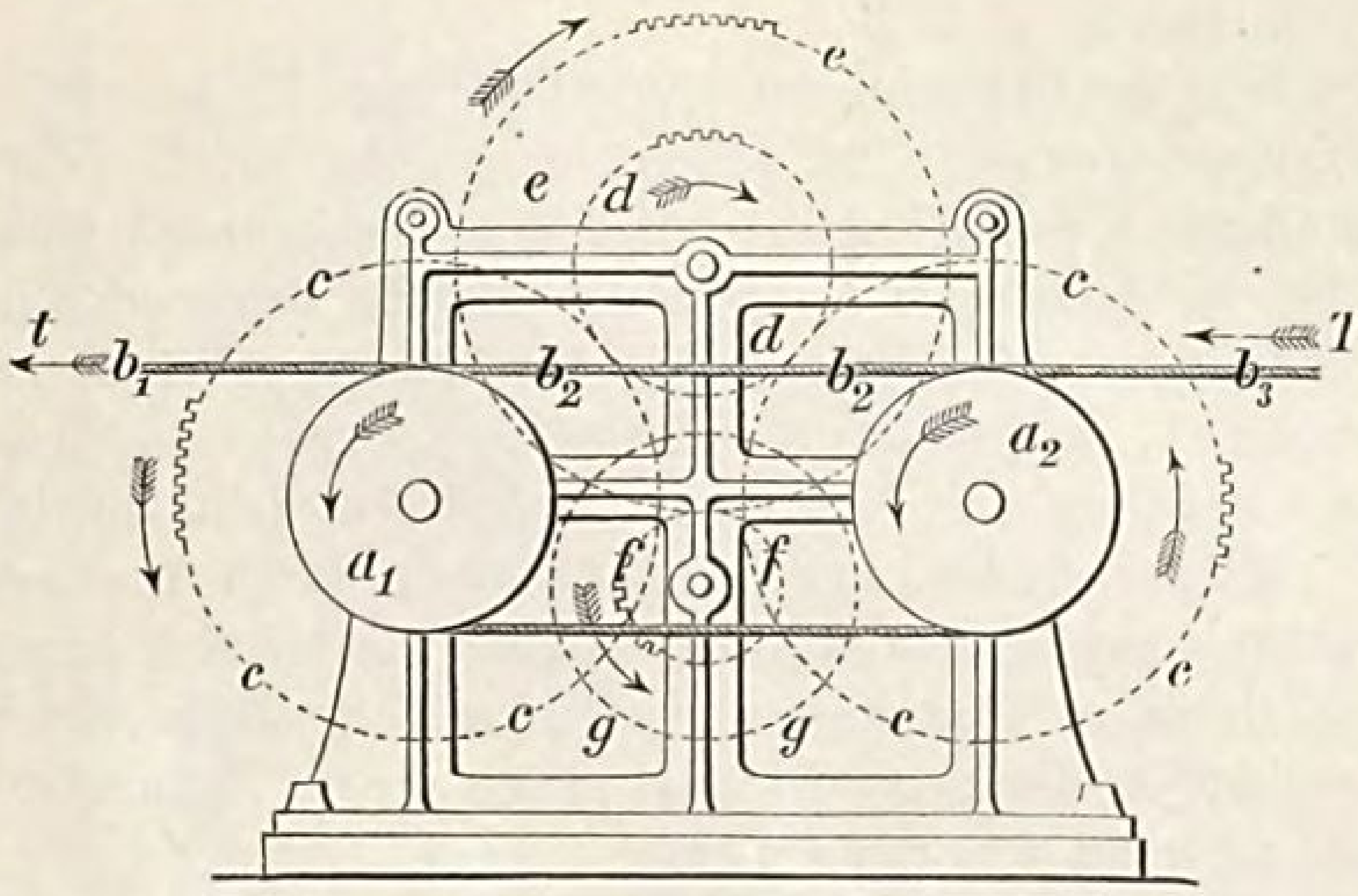
1) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins. Jahrg. 1836, S. 41, Tafel 7.

2) Beim Aufwinden der 9 grossen Architravstücke des Portals des hannoverschen Schlosses, von denen ein jedes mindestens 220 Centner wog, wurden 2 obiger Winden (mit Hülfe von 2 Paar Flaschenzügen) von nur 8 Mann bedient.

sich befindet, welches mit den Rädern *b b* der beiden Windentrommeln *a* in Eingriff gebracht wird[1]).

Noch viel wirksamer ist die in den Fig. 100 und 101 abgebildete Frictions-Seilwinde mit doppeltem Zahnrad-Vorgelege, wie solche der englische Ingenieur Ashton zum Aufziehen der schwersten Werkstücke (Säulen, Träger etc.) bei Errichtung des Gebäudes zur Londoner internationalen Ausstellung von 1862

Fig. 100.



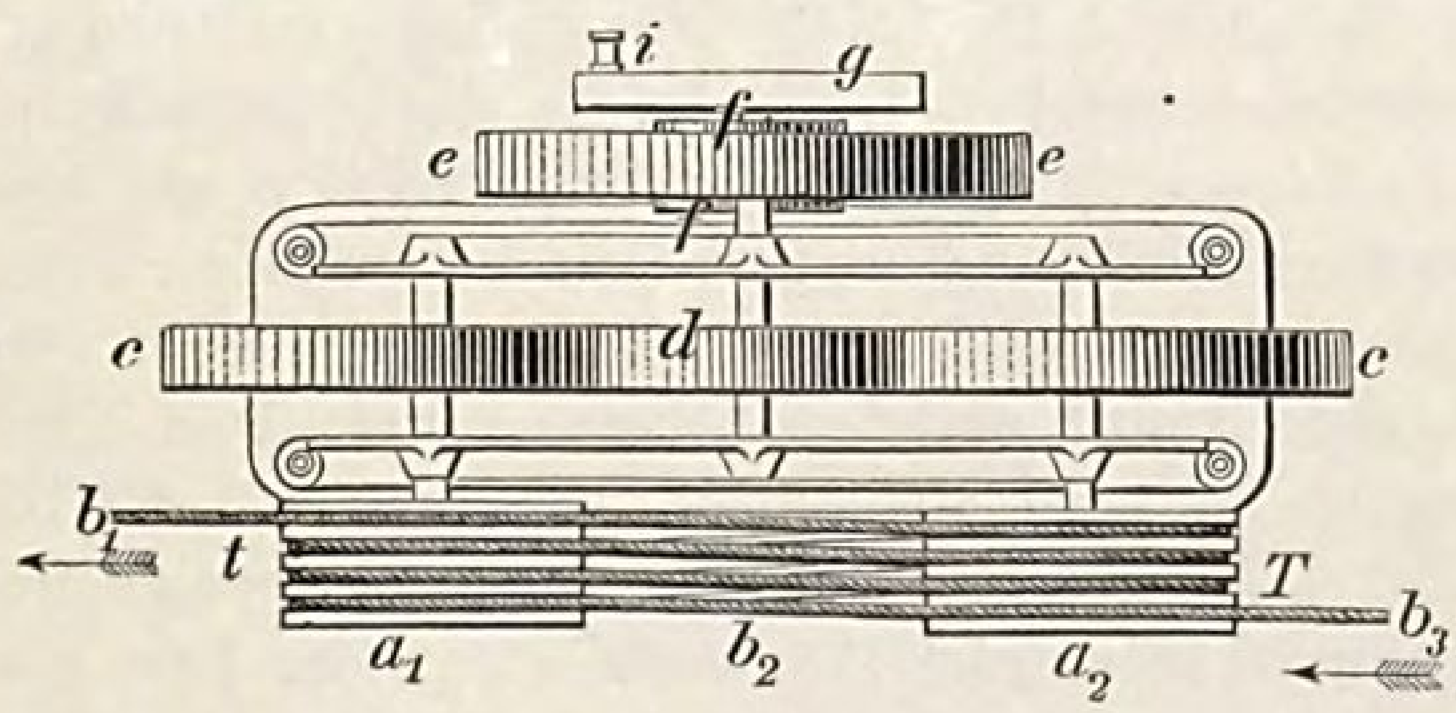


Fig. 101.

mit grossem Erfolge unter Mitverwendung von Rollen und Flaschenzügen, als Dampfwinde, in Anwendung brachte[2]). Die Seiltrommeln sind mit spiralförmigen Nuten ausgestattet, die man so gegen einander versetzt hat, dass das Seil $b_1 b_2 b_4$ möglichst gerade auf- und abläuft.

Von der Betriebsdampfmaschine wird die bewegende Arbeit auf die Warze *i* an der Schwungscheibe *g* übertragen, an deren Welle das Zahnradgetriebe *f* sitzt, welches letztere wieder mit den Zähnen des grossen Rades *e* zusammengreift. Mit *e* auf derselben Welle ist das Getriebe *d* des zweiten Vorgeleges befestigt, wodurch gleichzeitig die beiden Stirnräder *c c* in Umdrehung versetzt werden, auf deren Wellen die Seiltrommeln $a_1 a_2$ befestigt sind.

1) Von diesen Bétancourt'schen Erdwinden wurden bei Aufrichtung der Alexandersäule in Petersburg 62 Stück in Anwendung gebracht. Man sehe hierüber Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1836, S. 403.

2) The Illustrated Catalogue of the Industrial Departement. British Division. Vol. I, pag. 141.

Dass die Umfangsgeschwindigkeit beider Trommeln $a_1 a_2$ gleich gross sein muss, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Von derartigen Frictionswinden macht man u. A. auch nützliche Anwendung in Lagerräumen, Werkstätten etc., wo man sie bequem an den Säulen des Gebäudes befestigen kann, damit sie sich gut einstellen lassen[1]).

Wie die unten stehende Formel lehrt[2]), wächst die zu bewältigende Last sehr rasch mit der Zahl von Seilumschlingungen n der Trommeln a_1 und a_2. Das ablaufende Seil b_1 braucht nur mit wenig Kraft (2 bis 6 Kilogramm) angespannt zu sein.

Es dürfte hier der Ort sein, der eigenthümlichen Kettenwinde des französischen Mechanikers Bernier zu gedenken, welche auf der Pariser internationalen Ausstellung von 1867 selbst unter den Sachkennern einiges Aufsehen erregte und bereits damals als Aufzugsmaschine für Bauzwecke in Frankreich sehr viel Anwendung fand. Bei dieser in Fig. 102 skizzirten Winde ist die Kettentrommel durch zwei, im Querschnitte dreieckige, sogenannte Nusswellen (noix) a und b ersetzt, auf denen sich eine endlose Kette c nicht aufwickelt, sondern daselbst nur Auflager findet, um beim Arbeiten durch Drehen der Wellen zum Fortschreiten veranlasst zu werden. Dabei wickelt sich immer ebensoviel Kettenlänge auf als ab, so dass stets nur dieselbe Kettenlänge auf und zwischen den Wellen verbleibt. Dass hierzu zwei gleich grosse Zahnräder k und i erforderlich sind, versteht sich von selbst.

Die tiefer liegende a der beiden Nusswellen wird beim Aufziehen einer Last W (die mittelst besonderer Kettenstücke dd' eingehangen ist) durch ein Zahnradvorgelege lm von der Welle der Handkurbel p aus bewegt und zwar sind (was in unserer Abbildung weggelassen ist) zwei verschiedene Zahnradübersetzungen für grössere oder kleinere Lasten angebracht. Mit der Kurbelwelle ist übrigens noch eine geeignete Scheibe zur Auflage eines Bremsbandes zum entsprechenden Bremsen angebracht, wie bereits S. 99 beschrieben und besprochen wurde. Auch sitzt auf der Kurbelwelle ein geeignetes Sperrrad, auf welches sich ein Sperrhaken beim Heraufziehen der Last stets auflegt, um im Falle einer nicht beabsichtigten Rückwärtsbewegung sofort einhaken zu können. Während des Niederlassens einer Last wird der Sperrhaken durch einen anderen kleinen Haken vom Sperrrade abgehalten. Recht zweckmässig

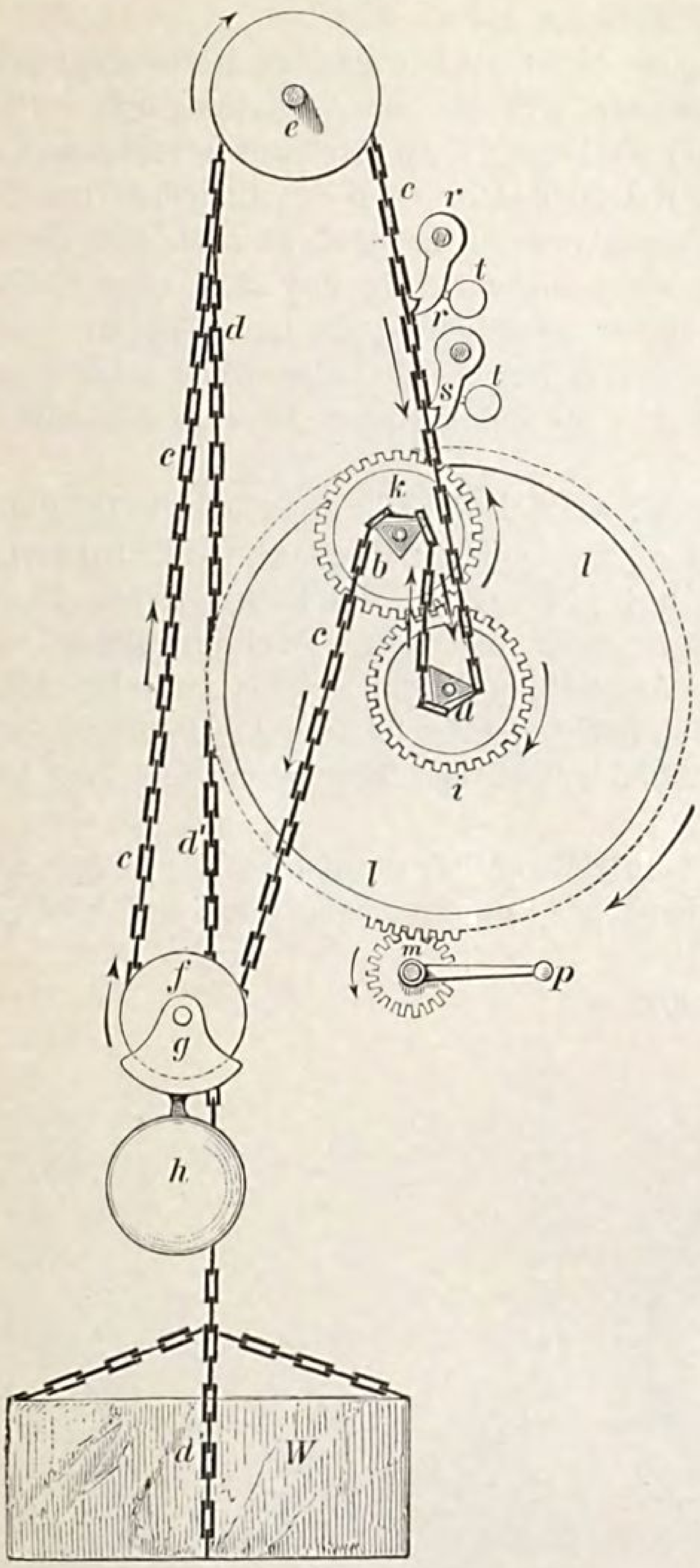
1) Abbildungen in Le Blanc, Recueil des Machines. 4. Partie, pag. 17.

2) Unter Beibehaltung der Bezeichnungen von Seite 99 ist hier $T = te^{f\pi n} = t.e^{f\pi n}$. Für $t = 5$ Kilogr. und $f = 0{,}28$ ergiebt sich, wenn n nach einander 4, 6 und 8 gesetzt wird:

n	4	6	8
T	168 Kilogr.	917 Kilogr.	5483 Kilogr.

Hinsichtlich Beachtung der Seilsteifheit und Achsenreibung sehe man Redtenbacher's Maschinenbau, Bd. 1, S. 453. Hierbei erhellt, dass eine grössere Zahl von Umwindungen die zur Ueberwindung eines Widerstandes erforderliche Kraft nur wenig vermehrt. In dem von Redtenbacher gewählten speciellen Falle ist $n = 6$, und dann ist P nur im Verhältnisse 1122 : 1000 grösser, als wenn keine Nebenhindernisse zu bewältigen wären.

Fig. 102.



wird die von der oberen Nusswelle *b* ablaufende Kette unter einer mit einem Gewichte *h* beschwerten Spannrolle *f* durchgeführt, wobei *f* von einer pendelnden Hülse *g* umfasst wird, während an letzterer das spannende Gewicht *h* hängt. Durch diese Anordnung regulirt sich sowohl die Kettenspannung in Bezug auf die feste Leitrolle *c*, als auch jede Verwickelung der freien Kette (namentlich beim Senken oder Herablassen von Lasten) vermieden wird.

Um bei einem Bruche der Maschine oder der Kette oder bei Unaufmerksamkeit der Arbeiter das Herabfallen der Last zu verhindern, ist eine selbstthätige Fangvorrichtung (parachute automatique) vorhanden. Dieselbe wird dadurch gebildet, dass man die Lastkette, ehe sie sich auf die Welle wickelt, über eine (in unserer Abbildung weggelassene) gusseiserne Leitfläche führt und vor derselben zwei sperrkegelartige Fallen *r* und *s* um Bolzen drehbar angebracht hat. Diese Fallen werden durch Gewichte *t* stets in die Kette auf der Leitfläche gepresst und versperren den Rückgang der Kette, während sie beim Vorgange durch die Kettenglieder gehoben werden[1]). Zur Verhütung des Herabfallens der Last, wenn ein Kettenglied oberhalb derselben reisst, verbindet Bernier mit der Last eine dritte Kette, führt diese

1) Näheres über Bernier's Winde und insbesondere über Anordnung der Fangapparate findet sich in folgenden, überall mit Abbildungen begleiteten Quellen:

Oppermann, Visites d'un Ingenieur à l'exposition universelle, pag. 389, unter dem Titel: Treuil à double noix, à parachute automatique. 1867.

Armengaud ainé et fils, „Les Progrès de l'Industrie". Vol. I. Tab. 105 et 106. Paris 1868.

Uhland, Der praktische Maschinenconstructeur. 1869, S. 51, Tafel 13 (die Armengaud'schen Abbildungen grösser gezeichnet).

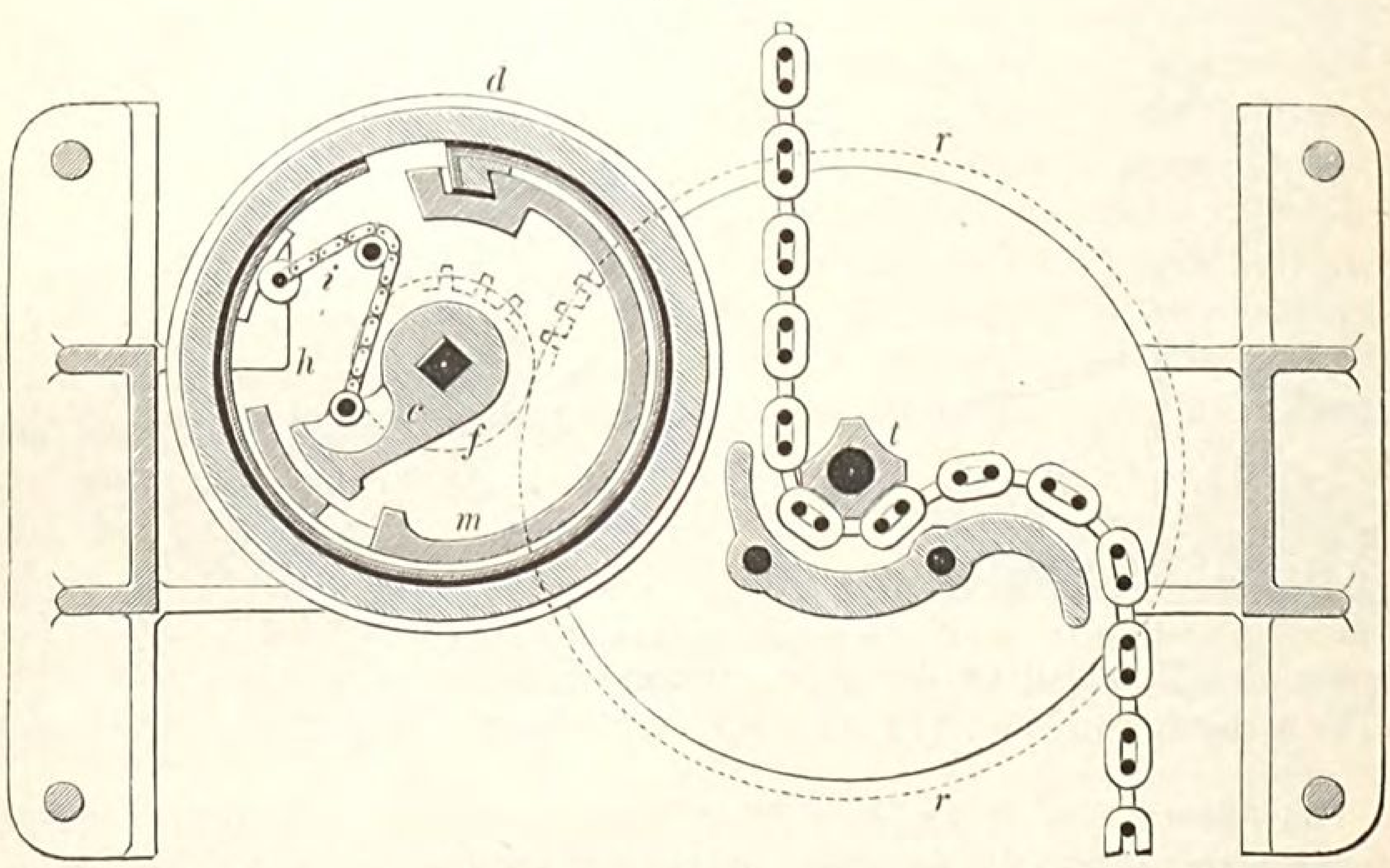
über zwei horizontal gelagerte Rollen und bringt zwischen letztere beiden drei, vier oder mehr der vorerwähnten Fallen *rst* an.

Durch die Beseitigung der sonst erforderlichen grossen Kettentrommeln bei der Bernier'schen Winde erfordert dieselbe am Aufstellungsorte wenig Raum. Dagegen hat sie mancherlei Nachtheile. Zu letzteren gehört das Erfordernis genau gleich langer Kettenglieder wegen des Umlegens um die Nusswellen, die übrigens häufig erneuert werden müssen, da auch eine durch Abnutzung verlängerte Kette sich nicht mehr richtig und nicht ohne Stösse auf die Wellen legen kann. Ein anderer Nachtheil ist die unvortheilhafte Benutzung der Umdrehkraft, da die Reibungswiderstände, namentlich zufolge des Umlegens der Kette um die Nusswellen, die nur geringen Durchmesser haben, sehr gross sind.

Besonderes Aufsehen, und wohl zu viel Beifall, erregte seit 1870 die Winde mit Nusstrommel und eigenthümlicher Bremsanordnung von Mégy, de Echeverria et Bazin (15, Boulevard des Batignoles) in Paris, die in grösseren Kreisen namentlich durch die Wiener Weltausstellung von 1873 und durch die internationale Ausstellung in Philadelphia im Jahre 1876 bekannt wurde. Dem Riedler'schen Berichte über letztere Ausstellung[1]) entnahmen wir die hier folgenden Abbildungen und Beschreibungen Fig. 103 und 104.

Auf die Antriebswelle *b* ist eine Handkurbel *a* aufgesteckt und mit der Welle *b* ein Hebelarm *c* fest verbunden. Lose ist dagegen auf der Welle *b*

Fig. 103.



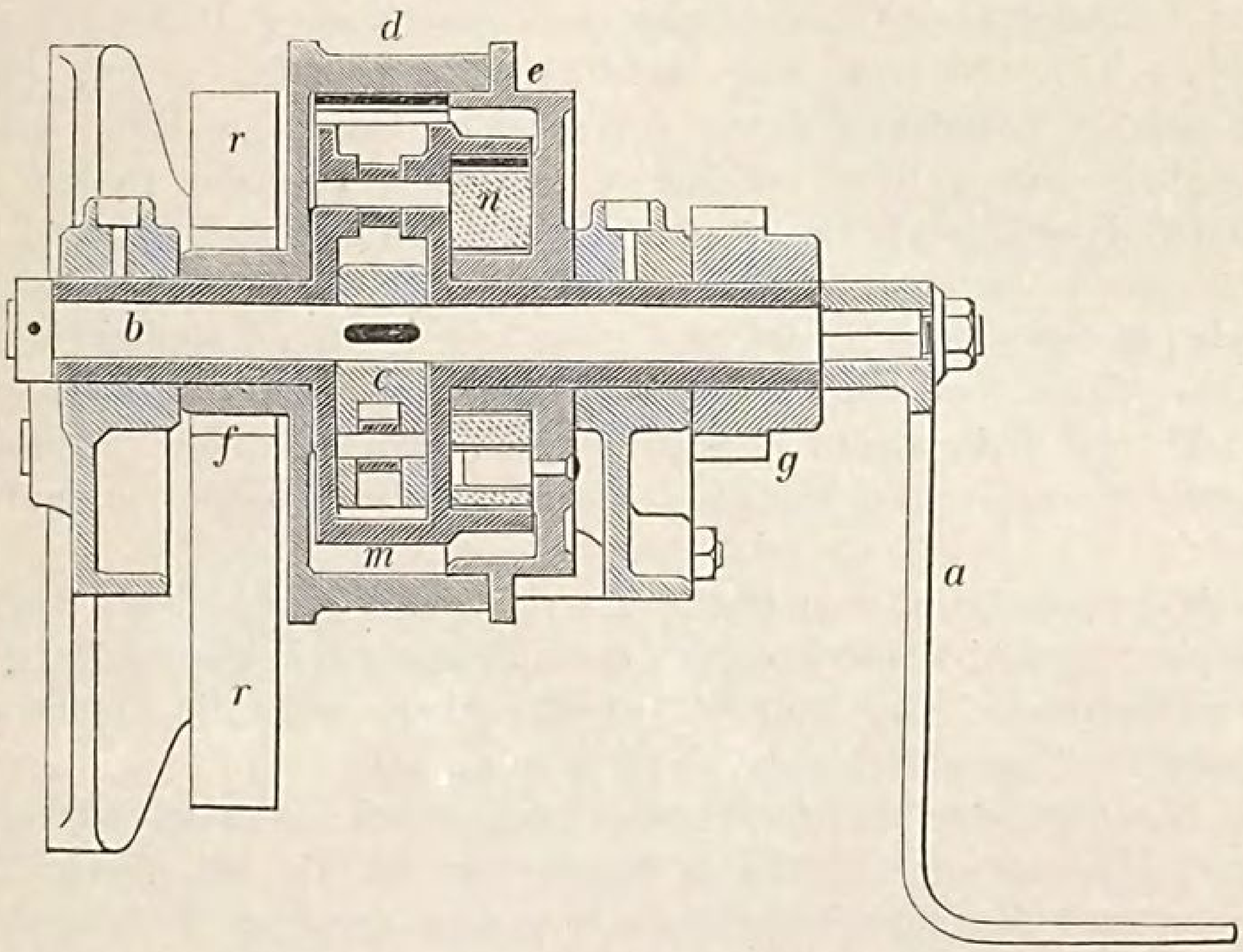
angebracht eine Trommel *m*, an deren äusserem Umfange Federringe (Spannringe) befestigt sind. Ueber die Trommel *m* und die gedachten Spannfedern

1) Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia von 1876. Herausgegeben von der österreichischen Commission für diese Ausstellung. Heft XX,

ist eine zweite Trommel *d* ebenfalls lose aufgeschoben, die mit dem Zahngetriebe *f* aus einem Stücke hergestellt ist. Endlich ist auf die Trommel *m* noch ein Sperrrad *g* aufgekeilt.

Will man mit dieser Maschine eine Lasterhebung bewirken, so wird die Handkurbel *a* nach rechts gedreht, wodurch der Arm *c* an den Vorsprung

Fig. 104.



m der Trommel *c* stösst. Gleichzeitig wird eine Spannkette *i* (Fig. 103), welche mit den Federringen in Verbindung steht, gelüftet, so dass die Federringe nach aussen drücken und veranlassen, dass mit der Trommel *m* auch die äussere Trommel *d* sich bewegen muss, das Zahnradgetriebe *f* in Umdrehung gesetzt wird und dieser Drehung das grosse Zahnrad *r* folgt, auf dessen Achse die sogenannte Kettennuss *t* befestigt ist.

Soll der Aufzug still stehen, so bleibt das Windewerk einfach sich selbst überlassen und die Reibung der Federringe nebst dem Sperrrade *g* halten sodann die Last vollkommen fest.

Will man die Last herablassen, so wird die Handkurbel *a* im entgegengesetzten Sinne, also nach links gedreht und in der betreffenden Lage ruhig erhalten. Hierdurch kommt der Arm *c* ausser Berührung mit einem Ansatze *h*, die Kette *i* wird angespannt, mithin die Federringe nach innen gezogen und theilweise von der Trommel *d* abgehoben. In Folge dessen kann die Reibung zwischen Ring und Trommel so weit verringert werden, dass ein Gleiten der äusseren Trommel *d* und mithin ein Herabsinken der Last bewirkt wird. Die Geschwindigkeit kann hierbei durch stärkeres oder geringeres Drücken an der feststehenden Handkurbel *a*, wodurch der Federring mehr oder weniger

Wien 1877. In dieser Quelle werden auch noch Lastenaufzüge derselben Firma, so wie von Maschinenbauanstalten in Philadelphia, Chicago, Cincinnati etc. beschrieben und durch gute Abbildungen erläutert.

gelöst wird, vollkommen regulirt und die Senkung der Last mit beliebiger Geschwindigkeit vorgenommen werden.

Hervorzuheben ist noch, dass Mégy's Windewerk mit einer selbstthätigen Sicherheitsvorrichtung versehen ist, welche es unmöglich machen soll, beim Herablassen einer Last, bei etwaigen zu starkem Lüften der Federringe oder bei zufällig ausgelöster Sperrklinke eine gewisse maximale Geschwindigkeit zu überschreiten. Diese Vorrichtung steht ebenfalls in Verbindung mit der losen Trommel *m* und besteht aus einer geschlossenen Reihe von massiven Segmenten *n* (Fig. 104) aus Blei, welche in die Trommel *m* gut eingepasst und am äusseren Umfange durch einen leicht federnden Ring zusammengehalten sind. Dieser Ring verhindert, dass beim normalen Gange der Maschine die Bleigewichte an die äussere Trommel drücken und während der Bewegung Reibung erzeugen.

Steigt dagegen beim Herablassen einer Last die Geschwindigkeit über ein bestimmtes Maass, so tritt die entstehende Centrifugalkraft wirksam auf, drückt die Bleigewichte *n* nach aussen, überwindet die Spannung der umgebenden Feder, presst die Bleigewichte an die Trommel *m* und bremst dieselbe.

Nach der Angabe unserer Quelle hat sich die Wirkung dieser Vorrichtung gut bewährt, functionirt jedoch wegen des verhältnissmässig kleinen Durchmessers der Sicherheitstrommel nur dann mit Zuverlässigkeit, wenn die Umdrehzahl der zu bremsenden Trommel eine sehr bedeutende ist[1]).

Zu bemerkenswerthen Fördermaschinen, wobei das erforderliche Lastseil oder die Lastkette nur in einigen Windungen um die betreffende Trommel geschlungen und das ablaufende Ende mit sehr geringer Kraft gespannt zu werden braucht, gehört die Schiffs-Ankerwinde (Gangspill) mit verticaler Achse, welche die Figuren 105, 106 und 107 in drei verschiedenen Ansichten darstellen [2]).

Bei der einfachsten Art der Ausführung erfolgt die Umdrehung der Seiltrommel *a* direct dadurch, dass man in geeignete Oeffnungen *b b* am oberen Theile Hebel, Bäume (Spaaken) steckt, an deren freien Enden (wie bei der Erd-

1) Specielleres über Mégy-Winden und Sicherheitsvorrichtungen findet sich in folgenden Quellen:

Eine Schrift der Erfinder (Paris, Boulevard des Batignolles 15) unter dem Titel: „Embrayage à ressort circulaire". „Application aux appareils de levage". Ferner in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Bd. 20 (Jahrg. 1876), S. 434. Ebendaselbst, Jahrg. 1882, S. 187 und 478.

Noch dürfte hier die Bemerkung von Interesse sein, dass die Firma Mégy, de Echeverria et Bazan auch die Aufzugsvorrichtungen für die grosse Oper in Paris construirt hat (Zeitschr. des hannov. Arch. und. Ing.-Vereins, Bd. 24 [1878], S. 98.

In letzterer Zeitschrift, Jahrg. 1882, S. 479, bezeichnet sich die Firma „Briegleb, Hansen & Co." zur Ausführung der Stauffer-Mégy'schen Aufzüge (zufolge Patent) im deutschen Reiche als die allein berechtigte.

2) Glynn, „On the Construction of Hoisting Machinery". 4e Edition. Pg. 10. London 1867. F. Colyer in dem bereits S. 62 (in der Note) bezeichneten Werke. London 1881.

winde, Fig. 7 und 98, 99) Menschen anfassen und bei gleichzeitigem Gange derselben um die ganze Maschine herum die Umdrehung der Trommel *a* bewirken, um welche Kette oder Seil in einigen Windungen geschlungen ist. Zum Abziehen und Auflegen von Kette oder Seil reicht ein einziger Arbeiter aus. Sperrklinken *x* fassen dabei in zahnartige Vorsprünge einer starken Bodenplatte *v*, die ausserhalb *a* und ganz unabhängig davon auf dem Boden befestigt ist.

Fig. 105.

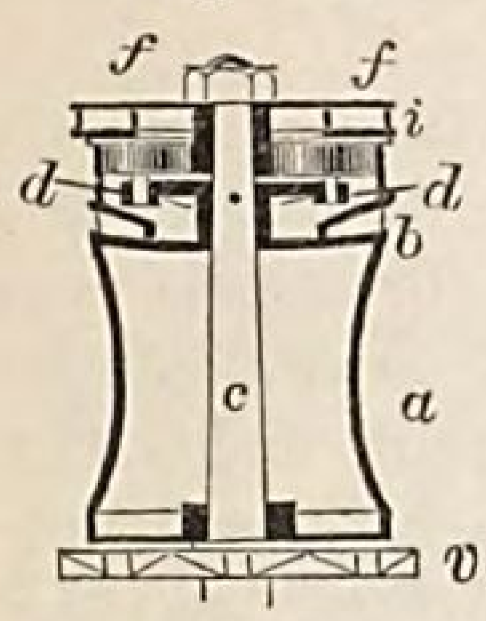


Fig. 106.

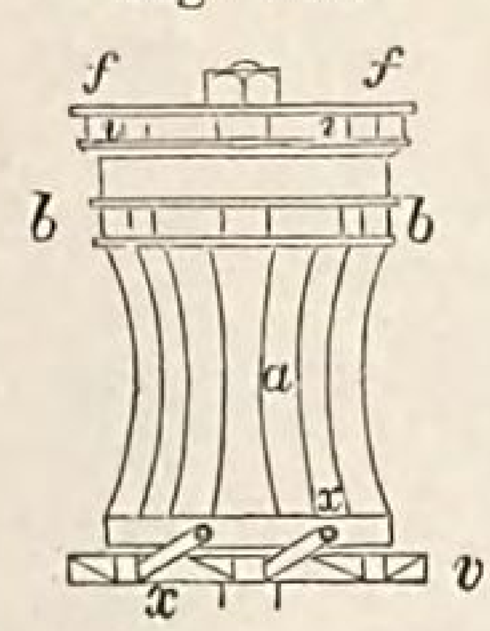
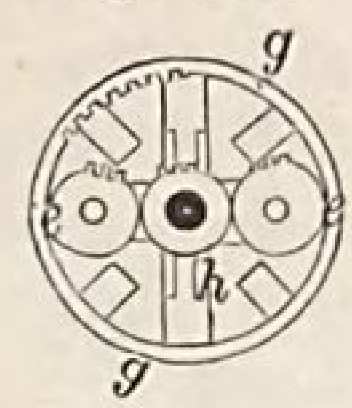


Fig. 107.



Um die Trommel *a* zu einer langsameren Bewegung als die der Arbeiter ist, zu veranlassen, trifft man folgende Anordnung.

Auf die unbewegliche Achse (stehende Welle) *c* der Trommel *a* befestigt man ein zweiarmiges Stück *d* (Fig. 105), welches zur Aufnahme zweier Zahnradgetriebe *ee* dient. *ff* ist ein starkes (scheibenförmiges) gusseisernes Kopfstück, ebenfalls mit Hülsen oder Aushöhlungen *i* zum Einstecken von Hebeln (Spaaken) versehen, mittelst welchen *f* um die feststehende (unbewegliche) Achse *c* gedreht werden kann. Mit *f* verbunden ist ein Rad *h* (Fig. 107), dessen Zähne in die der Getriebe *ee* fassen, während letztere zugleich in die Zähne eines Ringes oder Kranzes *g* greifen, welcher mit der Seiltrommel *a* ein Ganzes bildet. Aus Allem ergiebt sich jetzt, dass zufolge des zweiarmigen unbeweglichen Stückes *d* die Zahngetriebe *ee* bloss eine Drehung um die eigene Achse machen, nicht aber an den Umdrehungen des Kopfstückes (und nicht an der fortschreitenden Bewegung der im Kreise um *c* gehenden Arbeiter) Theil nehmen können. Sind aber die Getriebe *e* ausser Stande, eine fortschreitende Bewegung anzunehmen, so erfolgt durch Umdrehung von *f* vermittelst der in *i* steckenden Hebel oder Bäume eine Drehung des Rades *h*, weiter eine Umdrehung der Getriebe *ee* und zufolge dieser eine Umdrehbewegung der Trommel *a*.

Im Falle, dass die drei Räder *e*, *h* und *e* gleich gross sind, bewegt sich, wenn die Druckbäume (Spaaken) nicht in die Öffnungen *b*, sondern in die *i* gesteckt werden, die Trommel *a* dreimal so langsam, wie die Angriffspunkte (deren Druck aber demzufolge auch verdreifacht auf die Last übergetragen wird), sowie auch beide Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen erfolgen müssen.

Eine Gattung sehr beliebter Ankerwinden (Ankerlichtmaschinen) für Menschenkräfte mit horizontalliegender Seil- oder Kettentrommel, darüber gelagertem Balancier mit Druckbäumen (ganz der bekannten Disposition von durch Menschen getriebenen Feuerspritzen gleich), jedoch mit Benutzung sogenannter Klinken-Schaltwerke zur Umsetzung der oscillirenden Hebelbewegung in eine absatzweise rotirende der Lasttrommel, wurde bereits Bd. 1, S. 221, erste Auflage und Bd. 1, S. 274, zweite Auflage, besprochen, die wir durch Fig. 108 und 109 wieder in Erinnerung bringen.

Zu beiden Seiten vom Drehpunkte *a* des grossen Balanciers *abd* sind Zugstangen *fg* aufgehangen, wodurch die an den Druckbäumen *d*, *d* durch Menschen ausgeübten Pressungen, mittelst Schub- und Sperrklinken *hik*, auf die starke hölzerne Welle übertragen werden, die sich mit ihren Endzapfen in gehörigen Lagern der festen Ständer *m* drehen kann.

Fig. 108.

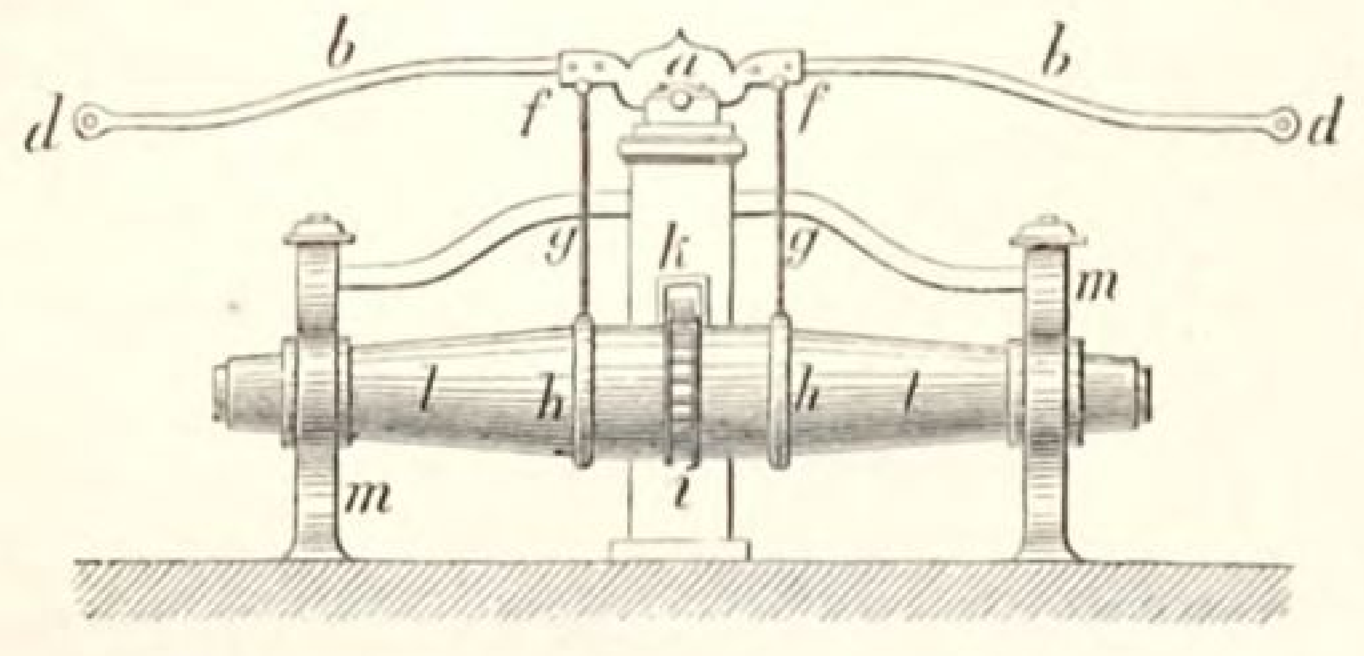
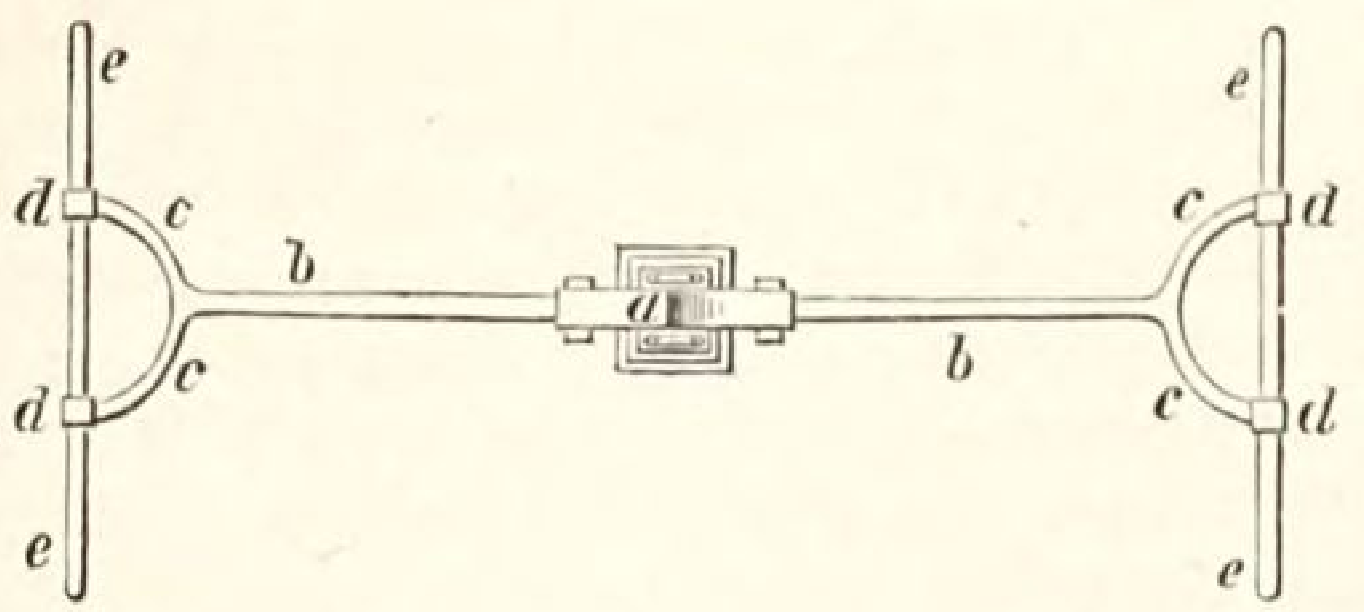


Fig. 109.



Speciellere Zeichnungen einer derartigen Ankerwinde (Breatspill), von Brown & Lenox in London construirt, finden sich u. A. in einem von mir verfassten Artikel an der unten citirten Stelle[1]).

Die englischen Ingenieure Pow und Fawcus in North-Shields haben die viel Geräusch veranlassenden Klinken-Schaltwerke durch eine Art Frictions-Einklinkung (ähnlich den Anordnungen Saladin's, Worsam's u. A., Bd. 2, S. 385, erste Auflage, Bd. 2, S. 482, zweite Auflage und Bd. 4, S. 378) ersetzt, worüber u. A. Glynn in dem unten citirten Buche berichtet[2]).

Ueber die allerneuesten Ankerlichtmaschinen berichtet am ausführlichsten Busley in seinem unten notirten werthvollen Werke, betitelt „Die Schiffsmaschinen"[3]). Indem wir auf diese reiche Quelle „Neuerer Constructionen" verweisen, entlehnen wir derselben die Ankerlichtmaschine der Engländer Harfield & Co. und erläutern diese durch die Skizze Fig. 110.

Eine zweicylindrige verticale Dampfmaschine *M* ist hier ganz von dem vor derselben liegenden Breatspill getrennt und mit Coulissensteuerung versehen. Auf ihrer Krummzapfenwelle sitzt das conische Rad *A*, welches mit dem conischen Rade *B* im Eingriffe ist und wozu bemerkt werden muss, dass letzteres Rad die Umdrehung der Schnecken- (Schrauben-)welle *C* veranlasst.

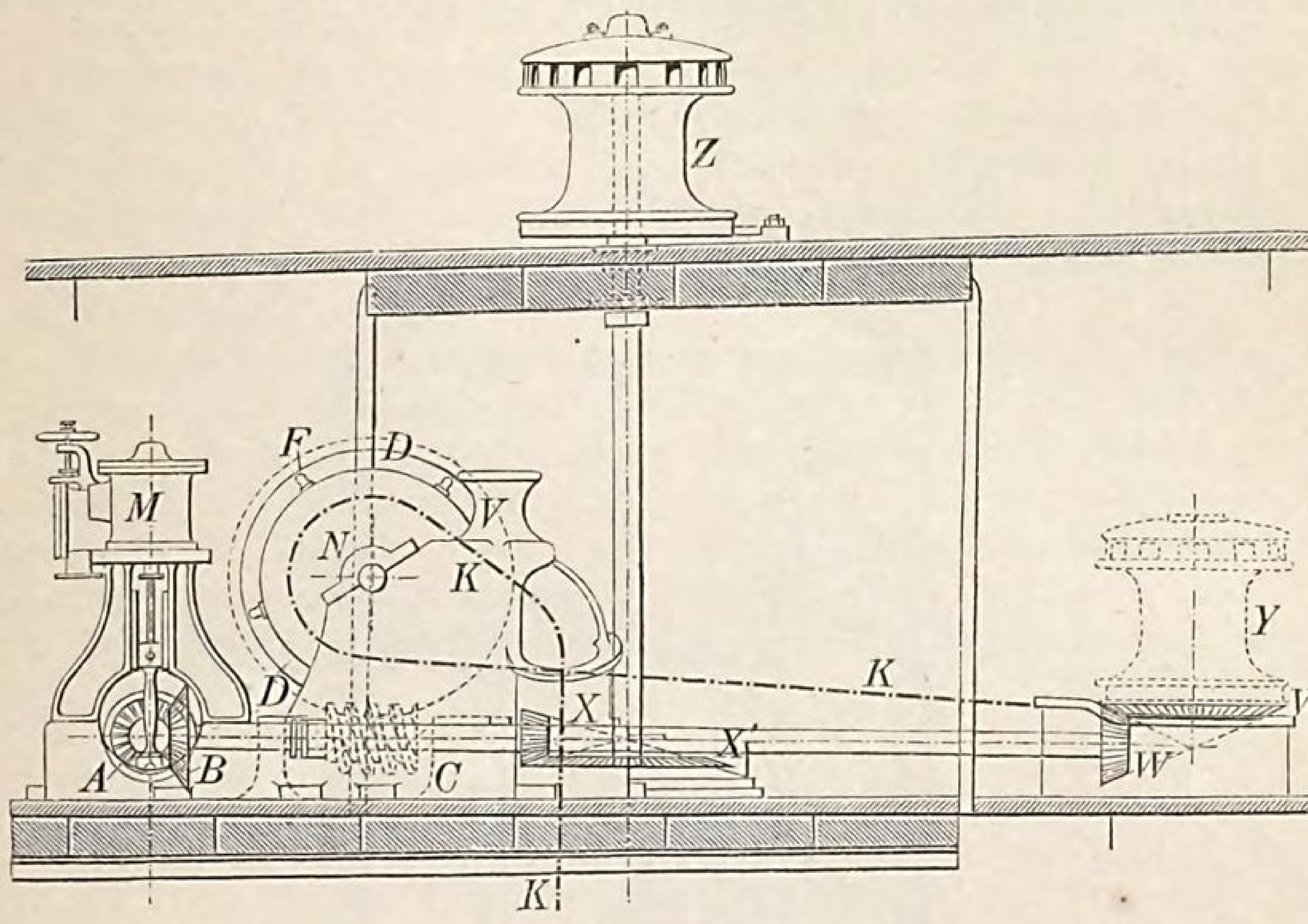
1) Karmarsch und Heeren, „Wörterbuch der Gewerbkunde". Bd. 1, S. 48 (zweite Auflage).

2) „On the Construction of Cranes and other Machinery". 4e Edit. (London 1867). Pag. 7.

3) Carl Busley, kaiserlich deutscher Marine-Ingenieur und Lehrer an der Kieler Marine-Akademie. Kiel, Verlag von Lipsius & Tischler. 1883.

Die Schnecke C greift in das Schneckenrad D, welches auf der Spillwelle N befestigt ist. Beim Vorwärtsgange der Maschine wird durch diese Verbindungen

Fig. 110.



die Ankerkette K eingeholt, beim Rückwärtsgange kann man dieselbe aus dem Kettenkasten heben.

Um das Spill auch ohne Maschine benutzen zu können, ist entweder auf der Back bei Y oder auf dem Oberdeck bei Z ein Gangspill (Fig. 105) aufgegestellt, welches durch ein conisches Räderpaar $W W'$ oder beziehungsweise $X X'$ mit der Schneckenwelle C verbunden werden kann.

Nach unserer Quelle hat man diese Ankerlichtmaschinen vielfach auf den neuesten, grössten transatlantischen Dampfern des Norddeutschen Lloyds, der Cunard-Linie etc. in Anwendung gebracht.

Sogenannte Winden-Systeme oder zusammengesetzte Seil- und Ketten-Windewerke für einige specielle Zwecke und für verhältnissmässig geringe Förderhöhen mögen den Schluss dieses Paragraphen bilden.

Wir eröffnen diesen Anhang mit der Besprechung sogenannter Coal-Droops[1]), Senkmaschinen oder auch wohl Hängemaschinen[2]), welche man beim

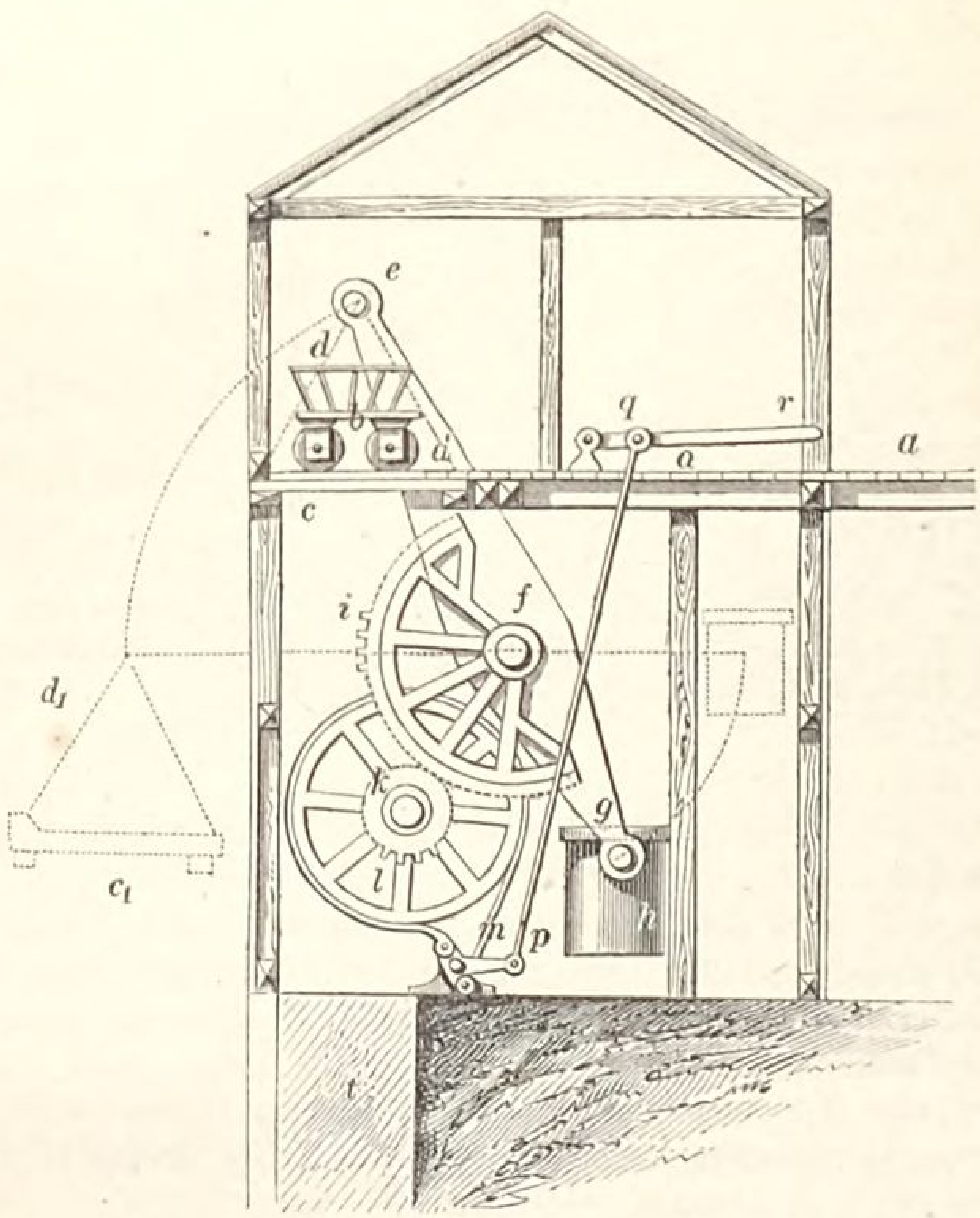
1) Das erste englische Patent auf eine „Machine for lowering down Waggons" wurde an Chapman im Jahre 1800 ertheilt, worüber Dunn berichtet in seinem Werke: „Treatise on the Winning and Working of Collieries". Newcastle upon Tyne. 1852, pag. 129.

2) Mehrere Arten derartiger Maschinen finden sich besprochen und gezeichnet

Niederlassen und Entladen (verhältnissmässig) kleiner Steinkohlenwagen in Anwendung bringt.

Ein derartiger, ebenso compendiöser wie wirksamer Droop (als Senkbremse construirt) ist in Fig. 111 dargestellt. Die auf einer Pferdeeisenbahn *a* geförderten Kohlenwagen *b* gelangen auf die bewegliche Plattform *c*, werden

Fig. 111.



mittelst Ketten *d* an das Ende *e* eines gehörig verbundenen Paares gusseiserner Balanciers *efg* gehangen und, was kaum zu erwähnen nöthig sein wird, das hintere Ende derselben mit einem entsprechenden Gegengewichte *h* belastet. Auf der Balancierwelle *f* sitzen zwei halbkreisförmige gusseiserne Zahnkränze *i* (von je 6 Fuss engl. Halbmesser), die in 2 Getriebe *k* (von je 18 Zoll Durchmesser) fassen, auf deren Welle die grosse Scheibe *l* (von 9 Fuss

in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins. Jahrgang 1855, S. 22, und Jahrgang 1857, S. 352. Am ausführlichsten aber handelt ein Artikel in der Institution of Civil Engineers of England, Proceedings. Vol. V. Plates 18, 19. Die Berechnungen der Droops findet man in Weisbach's Ingenieur-Mechanik. Dritter Theil. Zweite Abtheilung (zweite Auflage, 1880), S. 154.

Durchmesser) für das Bremsband *m* befestigt ist. Der Gebrauch und die Wirksamkeit der ganzen Anordnung versteht sich nach dem, was S. 99 über Bandbremsen erörtert wurde, jedenfalls von selbst. Ebenso lässt sich nach der angegebenen Quelle die Bremskraft leicht berechnen, welche bei gegebener Belastung der Plattform *c* am Hebel (Drückel) *qr* anzubringen ist.

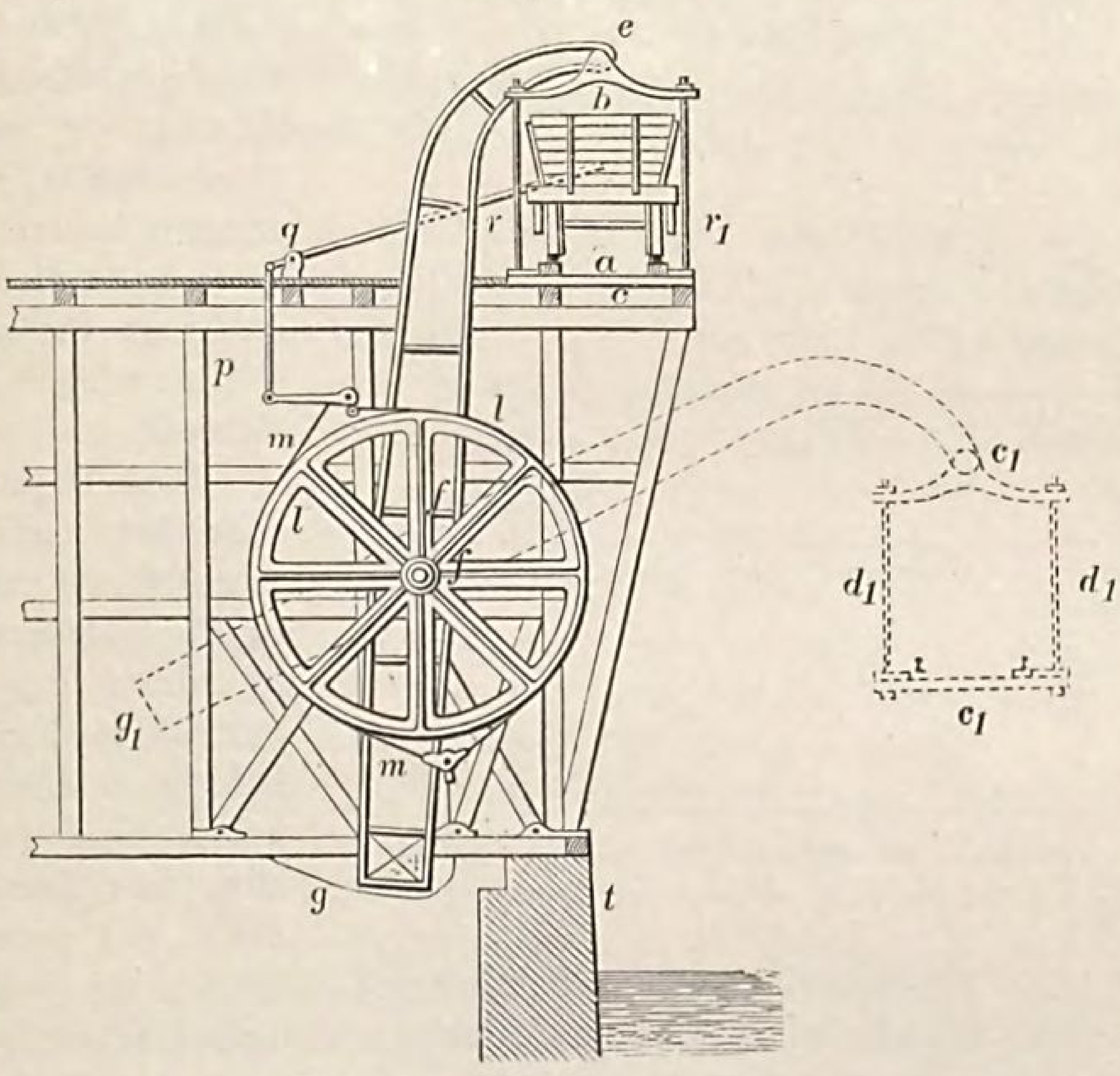
Unsere Abbildung bezieht sich auf Droops in den Docks zu Sunderland. Die Eisenbahngleise *a* liegen daselbst etwa 30 Fuss hoch über dem gewöhnlichen Wasserstande im Dock, wobei dieselben theils auf hölzernen Gerüsten, theils auf Unterbau von Bruchstein-Mauerwerk ruhen. Den Quai *t* unter diesen Gerüsten benutzt man zu Fahrwegen und Lagerplätzen. Die betreffende Maschinerie befindet sich unter Dach in einem abgeschlossenen Raume mit verschalten Wänden.

In Sunderland werden die beladenen Kohlenwagen *b* direct in die vor der Quaimauer *t* schwimmenden Schiffe herabgelassen.

Nach einem Berichte des preuss. Baumeisters von Doemming über Englands jetzige Kohlen-Verladungsvorrichtungen[1]) hat man gegenwärtig in Sunderland die Zahnräder *i* und *k* ganz entfernt und die Bremsscheiben *l* von circa 5 m. Durchmesser direct auf die Balancierachse befestigt.

Unsere Fig. 112 ist den vielen derartigen Abbildungen entlehnt, welche

Fig. 112.



1) Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. 1878, S. 274 fg. Ferner ist zu empfehlen „Die Vorrichtungen zum Ueberladen von Steinkohlen in den Häfen Englands" vom Ingenieur Schnitger in Cöllen. Zeitschrift (Münchener) für Baukunde, Jahrgang 1878, S. 235.

der Doemming'sche Bericht enthält und worauf für eingehendere Studien der Sache überhaupt verwiesen werden muss [1]). Dass in beiden Figuren gleiche Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet wurden, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Fig. 113.

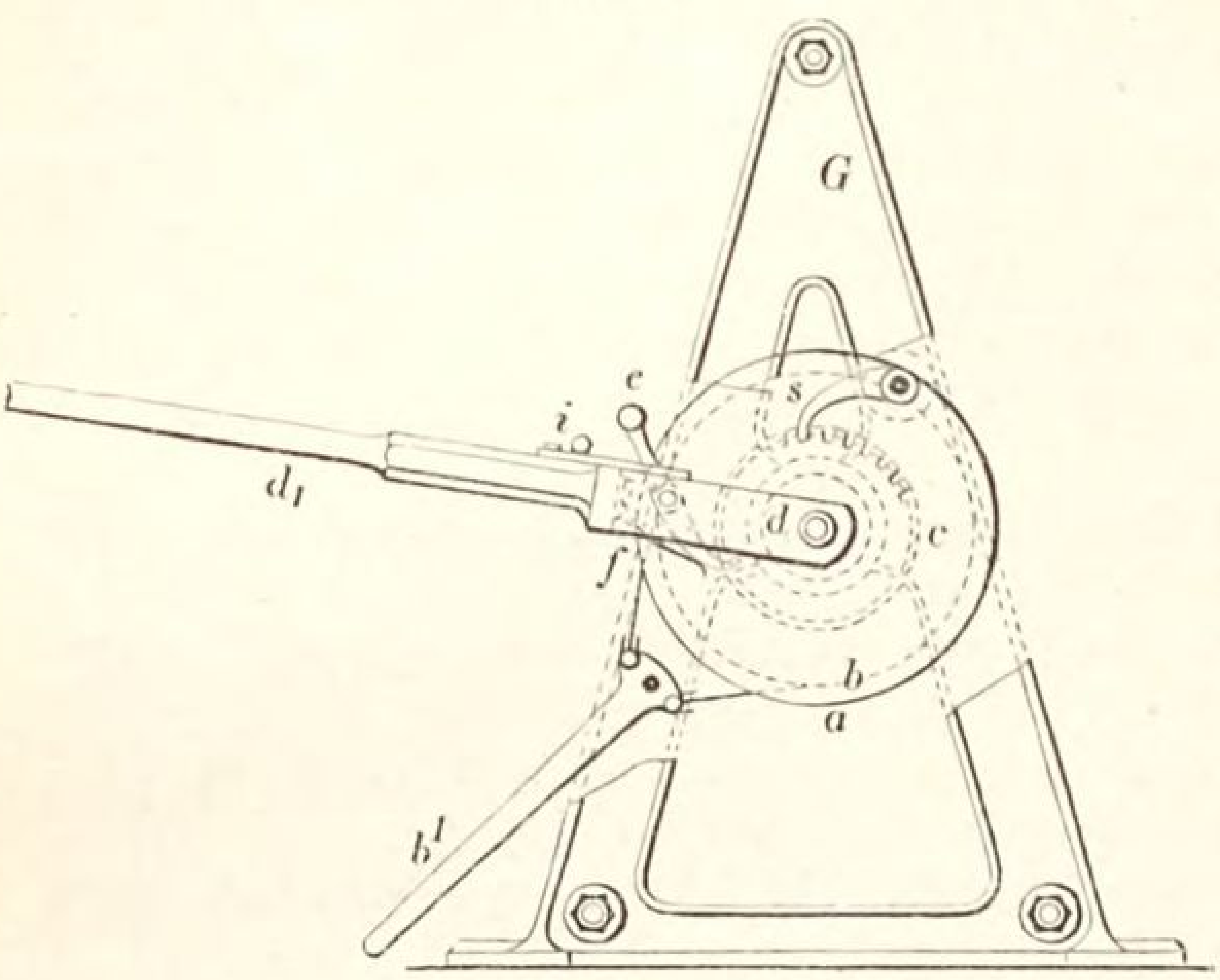
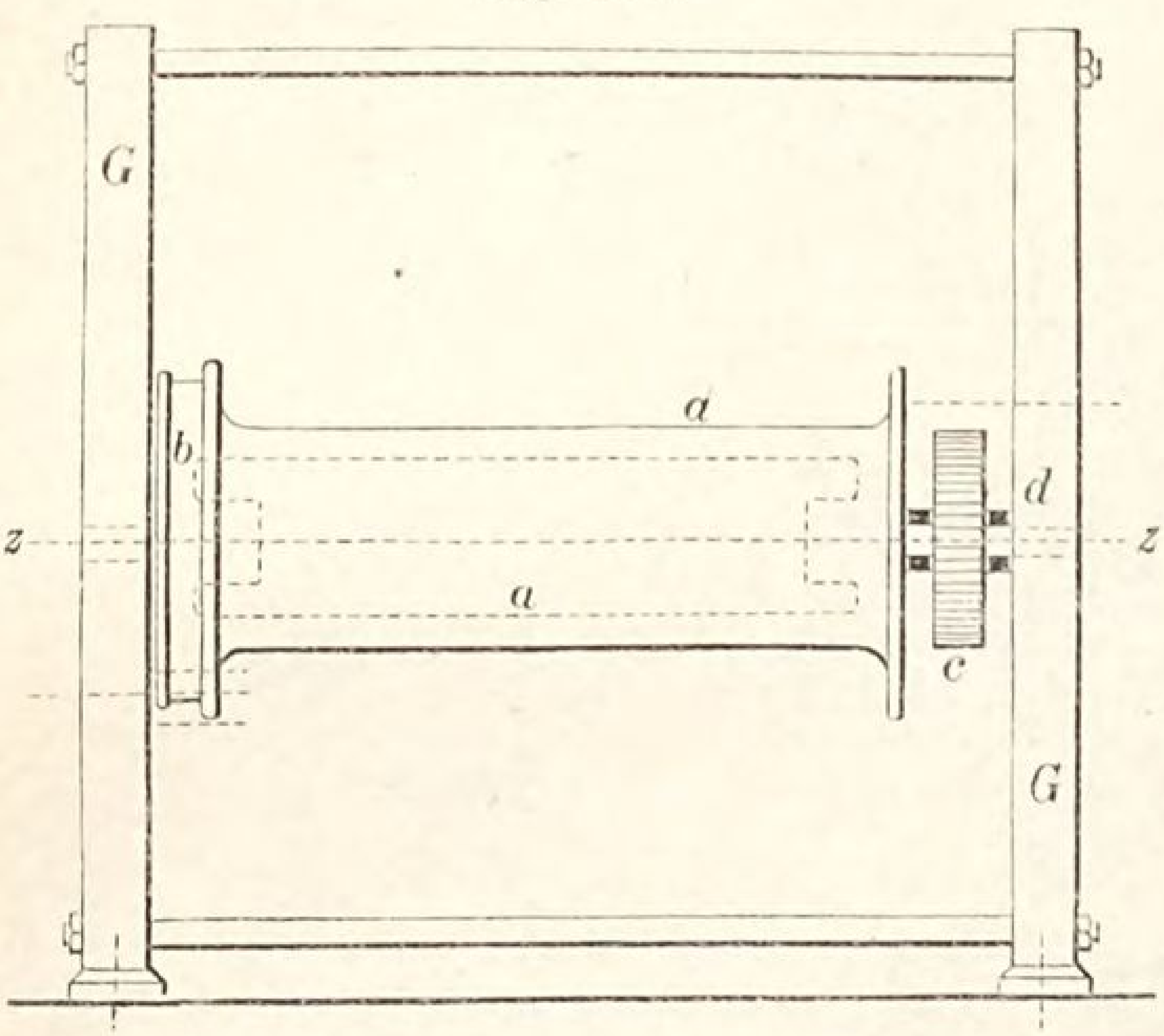


Fig. 114.



Eine eigenthümliche, von Clair in Paris (Rue Duroc 5) construirte, sogenannte Ratsch-Hebel-Winde, welche sich auch als Senk-Maschine benutzen lässt und als schönes Modell die Maschinen-Sammlung der Hannoverschen Technischen Hochschule ziert, zeigen die Fig. 113 bis mit 116.

Mit der horizontalen im Gestelle *G* gelagerten Welle *zz* ist die Seiltrommel *a*, das Stirnrad *c* und die Bremsscheibe *b* zu einem Ganzen fest verbunden, so dass alle diese Theile an einer Drehung der Welle *zz* Theil nehmen müssen.

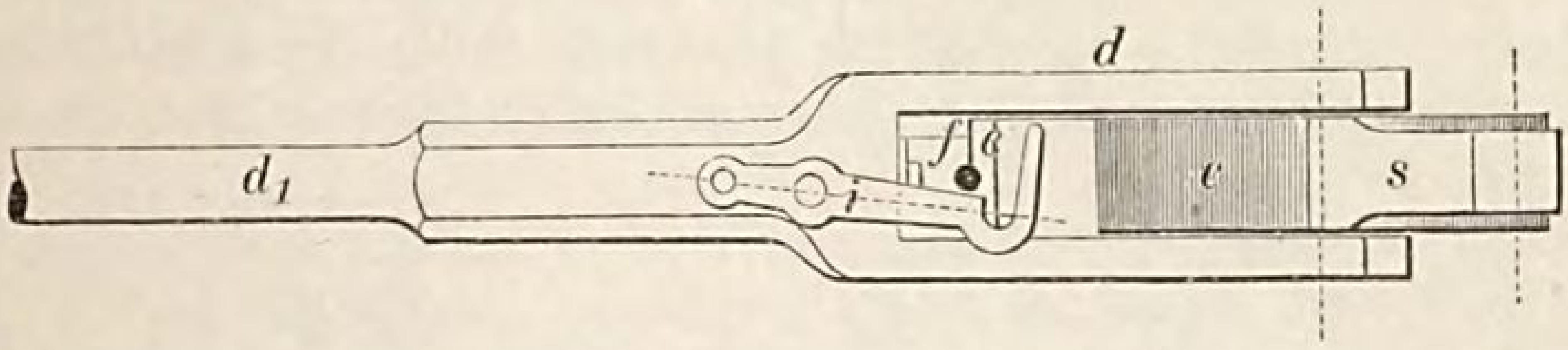
Diese Drehung wird aber bei der Clair-schen Winde nicht (wie in Fig. 83 und Fig. 85) durch eine Handkurbel, sondern durch Schwingen eines Handhebels d_1 bewirkt, der mit der Trommel *a* durch ein sogenanntes Ratschwerk (wie beispielsweise bei der Bohrknarre) verbunden ist. Beim Auf- und Niederbewegen des Hebels d_1 wird eine Mitnehmerklinke *e* durch eine Feder *f* zwischen die Zähne eines Rades *c* gedrückt und dadurch eine Drehung der Trommel *a* um einen solchen Theil des Kreisumfanges veranlasst, welcher dem

1) Ernst's Werk „Die Hebapparate", S. 365 ff. unter der Ueberschrift: „Senkwippe für Kohlenwagen".

Schwingungsbogen des Hebels proportional ist. Der Rückgang dieser Bewegung wird durch eine gleichzeitig einfallende Sperrklinke s verhindert.

Soll die Maschine zum Senken einer Last benutzt werden, so hat man die Sperrklinke s auszulösen, die Feder f durch Abdrücken des Mitnehmers e

Fig. 115.



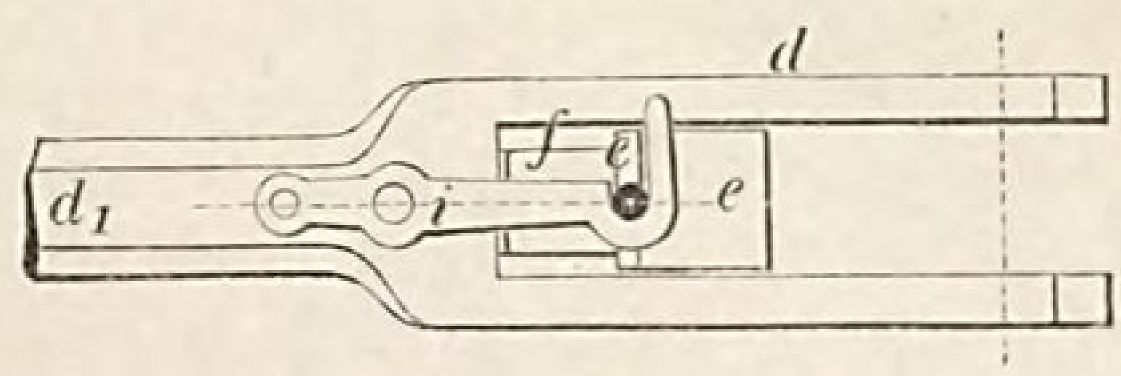


Fig. 116.

ausser Eingriff mit dem Rade c zu bringen und diese Lage der Theile durch einen Klinkhaken i zu arretiren. Die alte Lage ist zum besseren Verständniss der Anordnung in Fig. 115 (in vergrössertem Massstabe) skizzirt, während Fig. 116 die neue Lage darstellt. Ist aber damit das Rad c und die Seiltrommel a ausser Verbindung mit den Klinken e und s gebracht, so wird das Herablassen der Last durch geeignetes Anziehen und Nachlassen der Bandbremse $b b'$ bewirkt.

Die ganze Anordnung hat zwar die mehr oder weniger stosswirkende Action gegen sich, besitzt jedoch die Vortheile, dass die menschliche Thätigkeit am Hebel sofort von Jedermann leicht ausgeübt werden kann, während das Drehen einer Kurbel geübt sein will und dass beim Aufziehen einer Last diese im Ruhezustande verbleibt, sobald eine Oscillation des Hebels d_1 beendet ist.

Zu den Aufzügen, wobei ebenfalls der von einer Bremse hervorgerufene Widerstand eine Rolle spielt, gehören die in Fabriken, Mühlen, Speichern etc. gebräuchlichen sogenannten Stuhlwinden, deren Hebkraft am besten Wasser- oder Dampfkraft ist. Am meisten verbreitet sind diejenigen, wovon Fig. 117, 118 und 119 (unserem Zwecke entsprechende) Skizzen sind [1].

Die F a h r b ü h n e, die Stuhl- oder die Plattform (das Gestell) $a c$, worauf hier die zu transportirenden Gegenstände (auch Arbeiter) Platz finden, läuft in Nuten zweier vertikaler Ständer (Ruthen), welche fast durch die ganze Gebäudehöhe reichen. Der ganze Stuhl ist an einem kräftigen Riemen oder einer Gurte aufgehangen, über feste Rollen $e\,e$ geführt und mit dem freien Ende am Umfange einer ferneren Rolle f befestigt, deren Ort besonders nach Fig. 118 beurtheilt werden muss. Dabei wird leicht erkannt, dass die Rolle f mit der grossen eisernen Bremsscheibe h (am Umfange mit Holz bekleidet) auf derselben Welle g sitzt und $i\,i$ zwei hölzerne, nach Innen keilförmig gestaltete

1) Aus der „S a m m l u n g Z e i c h n u n g e n f ü r d i e H ü t t e", Jahrg. 1852, Tafel 10k.

Backen sind, zwischen denen sich die Bremsscheibe durch ihr eigenes Gewicht einklemmt, sobald diese sich selbst überlassen wird. Die Welle *g* hat in *m* ein unverrückbares Lager, in *n* dagegen ein solches, welches sich etwas auf- und abwärts schieben lässt. Dabei ist das Lager *n* an Zugstangen aufgehangen, die sich am Ende *o* des kürzeren Armes *op* eines doppelarmig ungleicharmigen Hebels *opo* befinden, während an dem äussersten Ende des längeren Armes dieses Hebels ein Seil *q* befestigt ist, über feste Rollen *rr* geleitet und dann sich selbst so überlassen wird, dass es der auf der Plattform *a* stehende Arbeiter

Fig. 117.

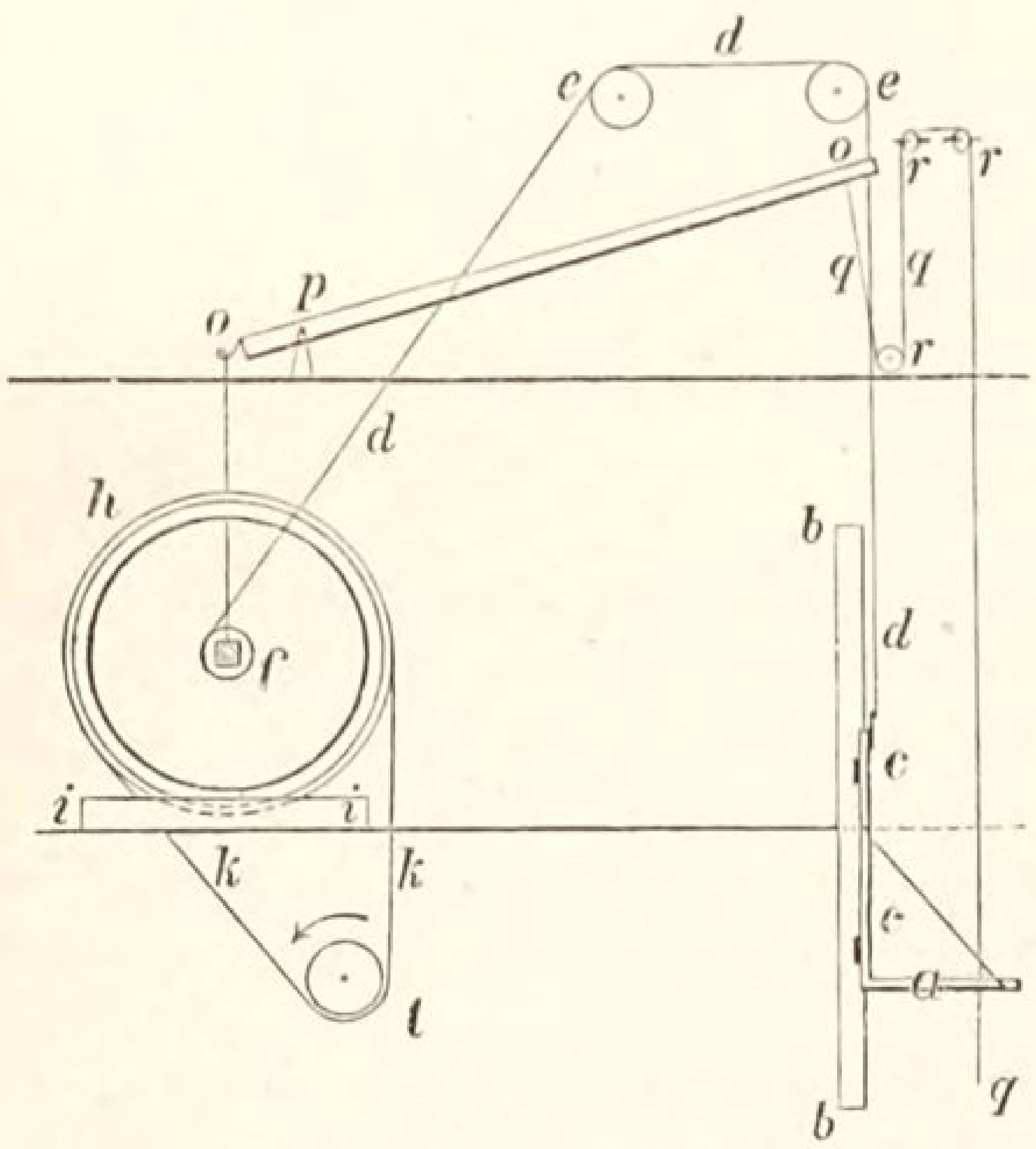
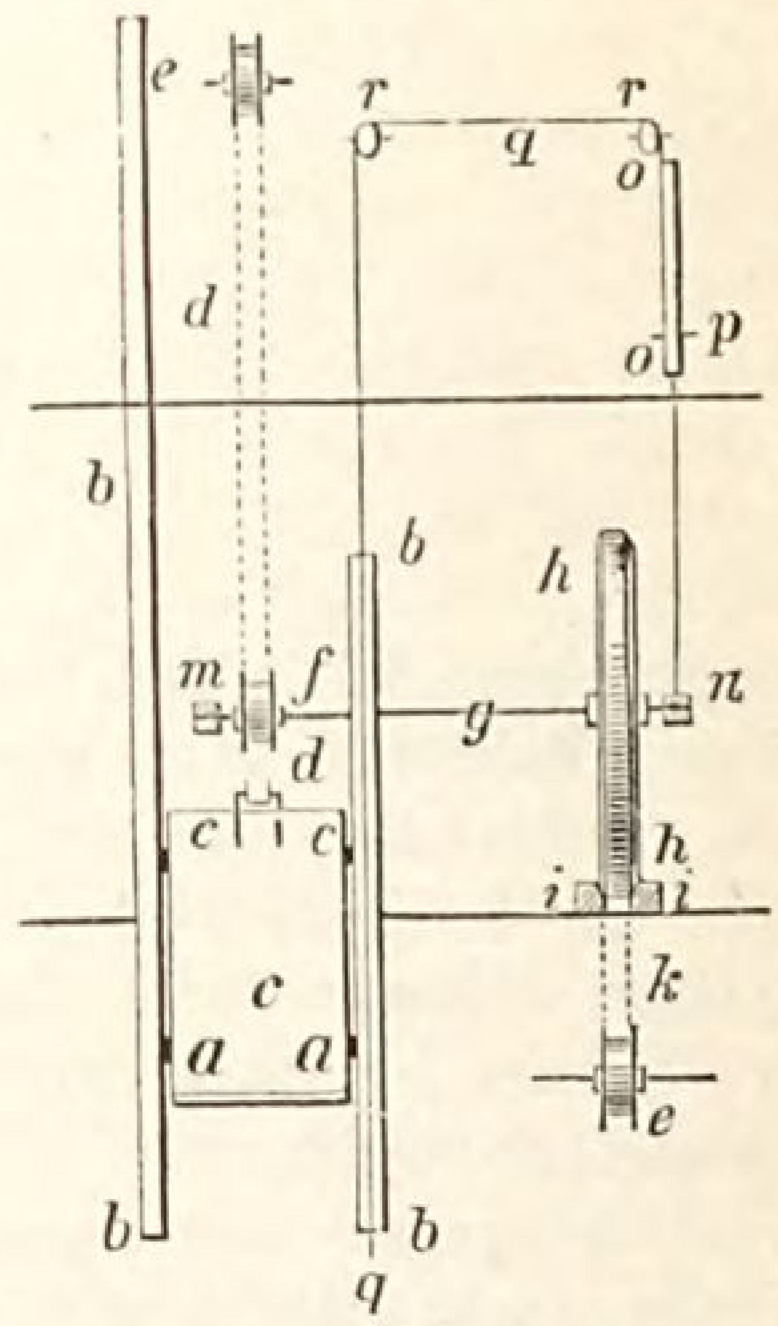
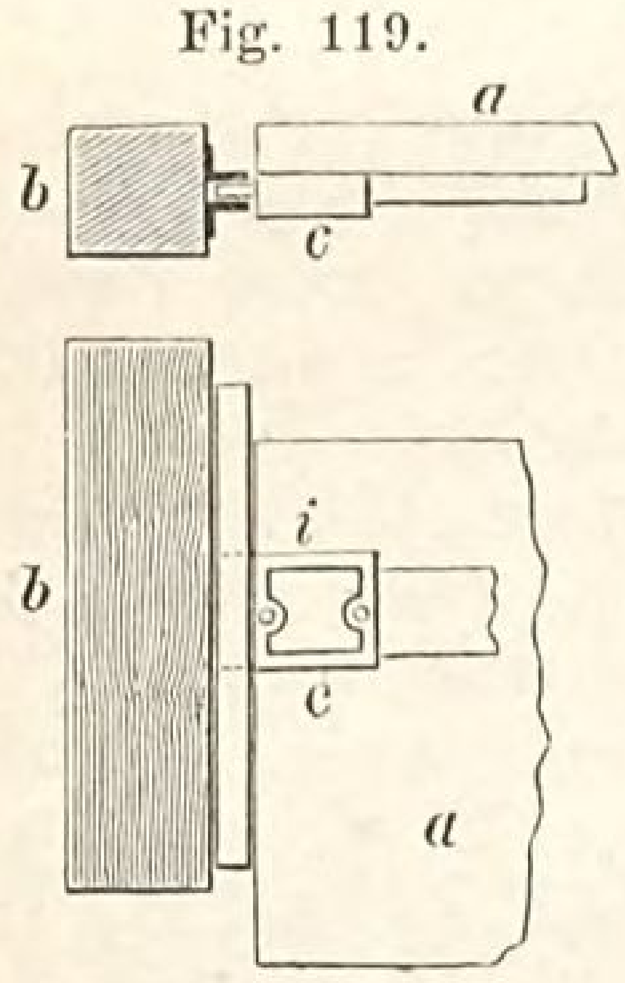


Fig. 118.



jederzeit mit der Hand fassen kann. Zieht in letzterem Falle der Arbeiter gleichzeitig das Seil *q* gehörig scharf an, so hebt er die Bremsscheibe *h* aus ihren Backen *ii*, wodurch zugleich ein über *h* und über eine stets active Riemenscheibe *t* geschlagener Riemen *k* angespannt und mittelst desselben die Umdrehung der Scheibe *h* bewirkt wird.

Fig. 119.



Durch diese letztere Bewegung wickelt sich aber der Riemen *d* auf die Rolle *f* und veranlasst das Aufsteigen der Plattform (des Fahrstuhles) *ac*. Sobald das Seil *q* mehr oder weniger losgelassen wird, fällt *h* zwischen die Bremsbacken *ii* zurück, was entweder eine Verzögerung oder eine Vernichtung der Bewegung zur Folge hat. Hebt man die Bremsscheibe *h* nur so weit aus den Backen *ii* heraus, dass der Riemen *k* noch nicht völlig gespannt ist, so veranlasst das Gewicht des Fahrstuhls und dessen Transportlast den Niedergang von *ac*, wobei die Beschleunigung wieder durch entsprechendes Niederlassen von *h* regulirt werden kann.

Eine Drehung nach entgegengesetzter Richtung (wie sie der Aufgang erfordert) nimmt das Rad *h* erst dann an, wenn es so hoch gehoben ist, dass der Riemen *k* die gehörige Spannung erlangt hat.

Schliesslich dürfte es angemessen sein, auf die beiden grossen Vortheile dieser Winde aufmerksam zu machen, darin bestehend, dass man erstens die Last an jeder beliebigen Stelle des Hubes ohne besondere Kraftanstrengung zum Stillstande bringen kann und zweitens, dass die Maschine von selbst zur Ruhe gelangt, wenn der betreffende Arbeiter das Ziehen am Seile q unterlässt, die Combination der Theile also an sich eine sehr wirksame Fangvorrichtung bildet, was nicht der Fall sein würde, wenn der Arbeiter durch Anziehen einer Bremse die Bewegung verzögern oder vernichten müsste. Hier bremst man beim Loslassen und bewegt beim Anziehen des Seiles q[1]).

Von Sicherheitsvorrichtungen, welche man für die Fälle in Vorschlag gebracht hat, wo ein Reissen des Förderseiles oder Gurtes den Fahrstuhl zum schnellen Herabfallen Veranlassung giebt und worüber später unter der Rubrik „Fangvorrichtungen“ ausführlich gehandelt werden wird, empfiehlt man neuerdings ganz besonders die von Becker in Berlin mehrfach ausgeführten und von Ernst (Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Bd. 26, 1882, S. 129) empfohlene Sicherheits-Fallbremse. Hierbei wird der Bremsregulator (Centrifugalbremsregulator) in den Fahrstuhl selbst eingebaut, die Welle desselben nach aussen verlängert und durch ein Zahntriebrad mit einer Zahnstange in Eingriff gesetzt. Diese Anordnung bietet ausserdem noch den Vortheil, dass sie den gefährdeten Stuhl bis zum Fussboden herabsinken lässt, während andere Fangvorrichtungen den Stuhl in beliebiger, oft nicht leicht zu erreichender Höhe festhalten.

Eine sehr schöne (nach Massstab gezeichnete) Abbildung einer Fahrstuhlwinde mit Sicherheitsbremsen von Becker liefert Ernst in seinem wiederholt citirten Werke (a. a. O., Tafel 10), worauf wir verweisen möchten, dabei aber doch auch das Bedenken nicht unterdrücken können, welches eine Zahnstange bei Anordnung einer durchaus als zweifellos sicher bezeichneten Construction mit sich führen muss[2])!!

Von einer durch Dampfmaschine betriebenen Winde, um Eisenbahnwagen auf reichlich 20 Fuss Höhe zu heben, wie sie in Manchester in der London-Road Station ausgeführt ist[3]), sind Fig. 120 und 121 für unsere Zwecke hinreichende Darstellungen.

1) Noch andere derartige Aufzüge für Fabrikgebäude finden sich namentlich in folgenden Quellen:

Hülsse, „Maschinen-Encyklopädie“. Artikel „Aufzug“, und „Zeichnungen für die Hütte“. Jahrgang 1852. Tafel 10k.

Riedler, Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia von 1876. Heft XX (Personen- und Last-Aufzüge etc.)

Ernst, a. a. O. Abschnitt „Aufzüge“ (Fahrstuhlaufzüge u. A.), von S. 252 bis mit S. 288.

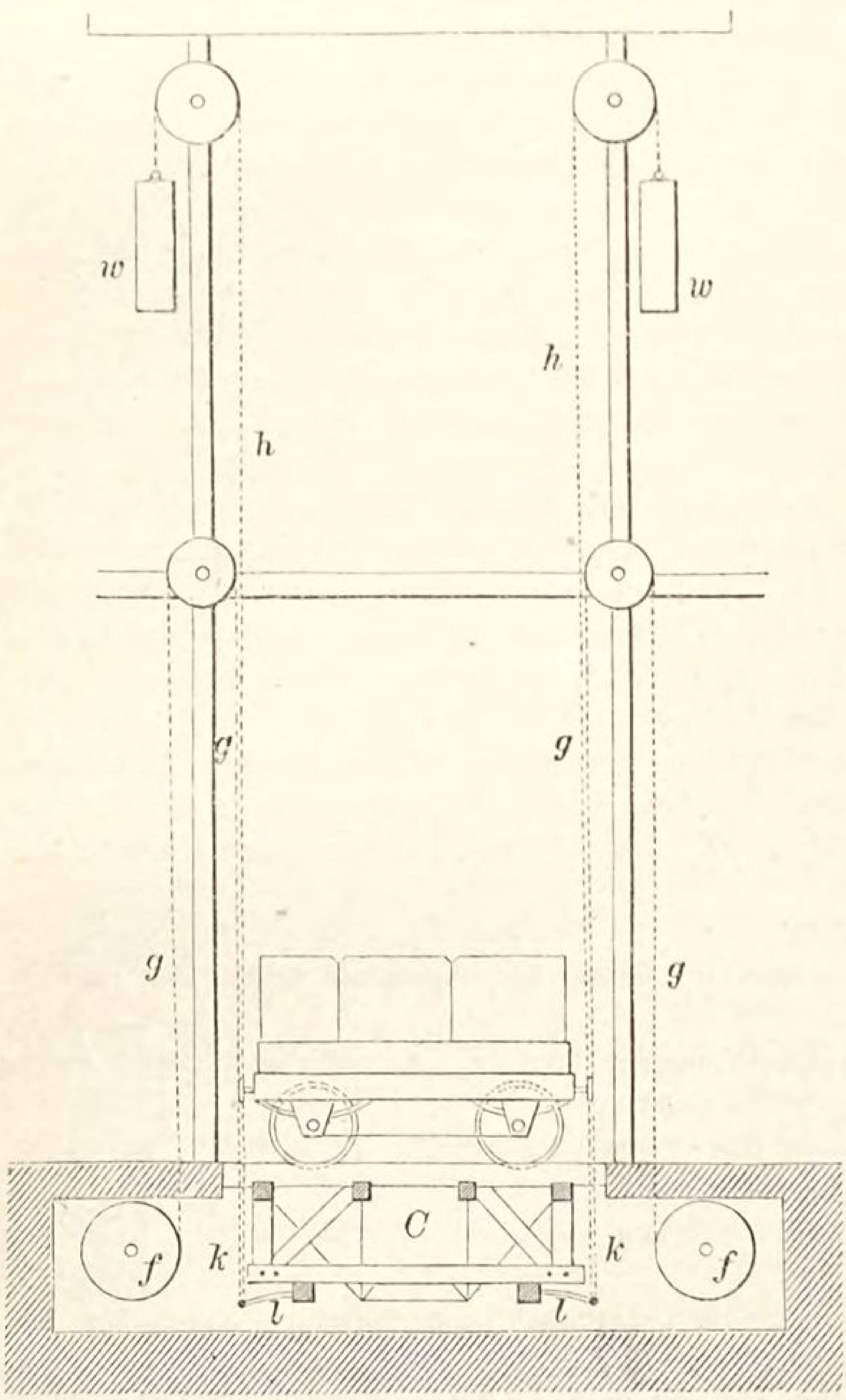
2) Referent benutzt noch die Gelegenheit, auf folgendes Aktenstück aufmerksam zu machen: „Verordnung des K. Sächs. Ministeriums des Innern, die Herstellung und den Betrieb von Aufzugsvorrichtungen für die Fabriken etc.“, vom 26. Jan. 1884 betreffend. Abgedruckt in der Zeitschrift „Der Civilingenieur“, Jahrg. 1884, S. 189 ff.

3) Erbkam, „Zeitschrift für Bauwesen“. Jahrgang III (1853), S. 263. Blatt 41.

Bemerkt werde zuerst, dass die genannte grosse Eisenbahnstation durchweg auf Bögen über der gewöhnlichen Verkehrsstrasse liegt. Die gesammten unteren gewölbten Räume werden als Waarenlager benutzt, die betreffenden Wagen daselbst beladen und entladen, wobei man die gedachte Winde als Heb- und Senk-Maschine benutzt.

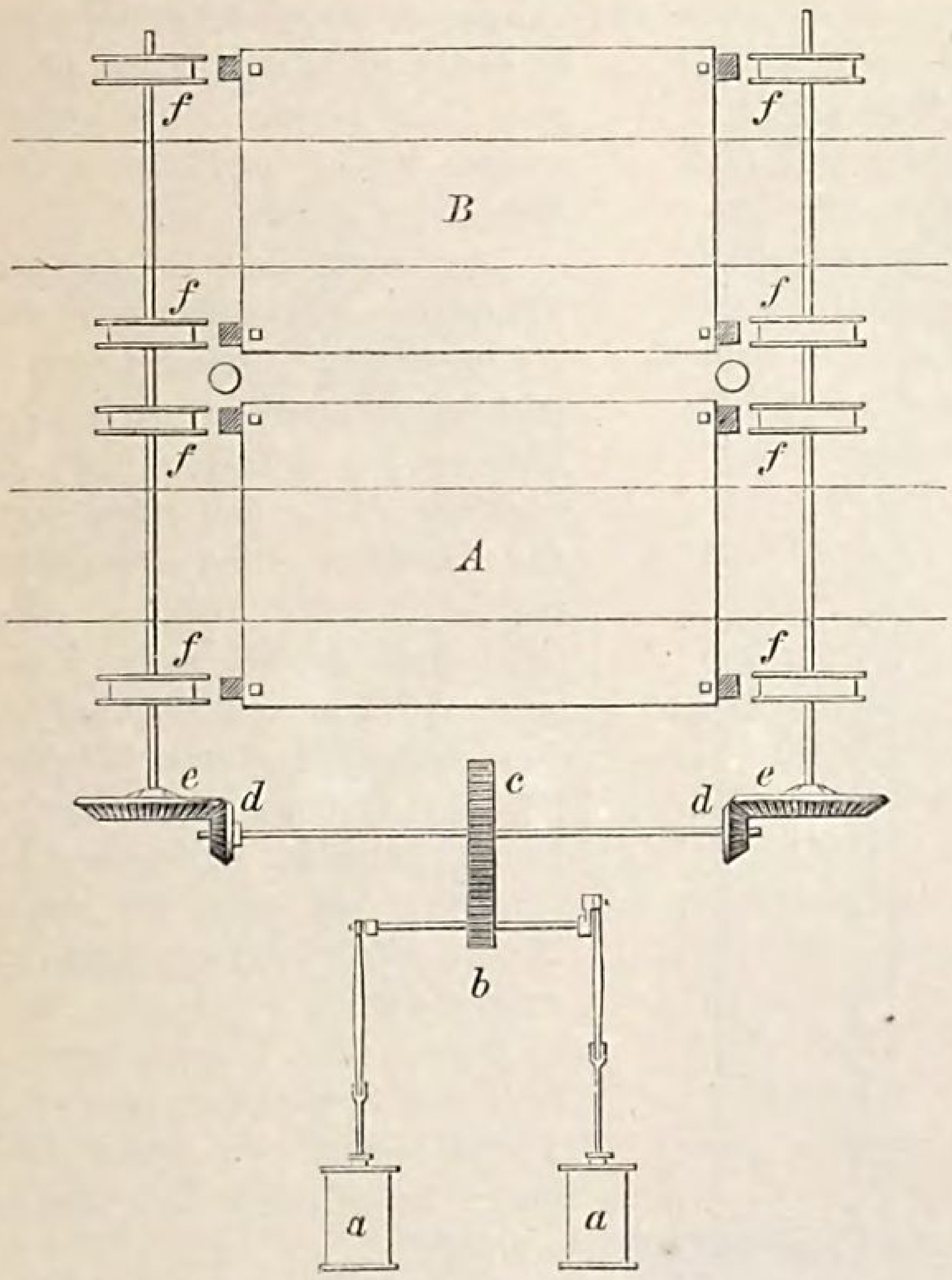
Von unseren Abbildungen ist Fig. 120 der Aufriss und Fig. 121 der Grundriss der ganzen Anordnung. Die bereits erwähnte Betriebsdampfmaschine *a a* ist zweicylindrig, treibt direct eine Vorgelegewelle mit dem Getriebe *b* (von etwa 15 Zoll Durchmesser), welches in die Zähne des (circa $5\frac{1}{2}$ Fuss grossen) Stirnrades *c* fasst, von dessen Welle aus die Bewegung weiter (unter Einschaltung der Kegelradvorgelege *d*, *e*) auf die beiden Seitenwellen übergetragen wird, worauf man je 4 Seilscheiben *f* (von etwa 3 Fuss Durchmesser) festgekeilt hat. Auf diese je vier Seilscheiben *ff* wickeln sich Drahtseile *gg* auf und zwar in der Art, dass von den beiden überhaupt vorhandenen Plattformen *A* und *B* (Fig. 121) die eine stets aufsteigt, wenn sich die andere senkt, die betreffenden Seile also sich beziehungsweise auf- und abwickeln. Aus Fig. 120 erhellt überdies noch, dass man die Windeseile *g* mit Seilen *h* für Gegengewichte *w* entsprechend vereinigt hat. Die Gegengewichtsseile *h* sind unter Einschaltung von Stellschrauben *kk* an Federn *ll* befestigt, welche sich unter dem stark verstrebten und mit Eisenbolzen verbundenen Plattformgestell *C* vorfinden.

Fig. 120.



Unsere *Quelle*[1]) handelt noch von einer zweiten ähnlichen Aufzugsmaschinerie, wobei man die Drahtseile mit Ketten vereinigt und überhaupt manche zweckmässige Anordnung getroffen hat. Bestimmte Angaben über die Geschwindigkeit, womit die Fahrbühne *A* und *B* auf- und absteigt, werden an bezeichneter Stelle nicht gemacht[2]).

Fig. 121.



Andere sogenannte Fabrikaufzüge behandelt (und berechnet) Schwammkrug in der Maschinenencyklopädie von Hülsse im Artikel „Aufzug", S. 385 u. f. Hier werden keine grösseren Fördergeschwindigkeiten als die von 0,80 Meter in Rechnung gebracht, was mit Heuer's Angaben in dessen Werke: „Die Fördermaschinen für Bergwerke", S. 139, übereinstimmt, der für ähnliche Fälle die Geschwindigkeit 0,60 bis 1,30 Meter pro Secunde setzt.

Einen zweckmässigen Gichtaufzug oder eine Dampfwinde zum Fördern von Erzen, Zuschlägen, Kohlen etc. auf Hochöfen lässt Fig. 122 erkennen. Dieser Aufzug bediente seiner Zeit je zwei nebeneinander stehende Hochöfen der Eisenhütte zu Neustadt am Rübenberge (Provinz Hannover)[3]). Die klimatischen Verhältnisse und andere Rücksichten machten hier das Fördern im Freien unthunlich, weshalb man den zwischen beiden Hochöfen in Fig. 122 mit dargestellten Gichtthurm *aa* erbaute und in geeigneter Höhe desselben eine aus zwei

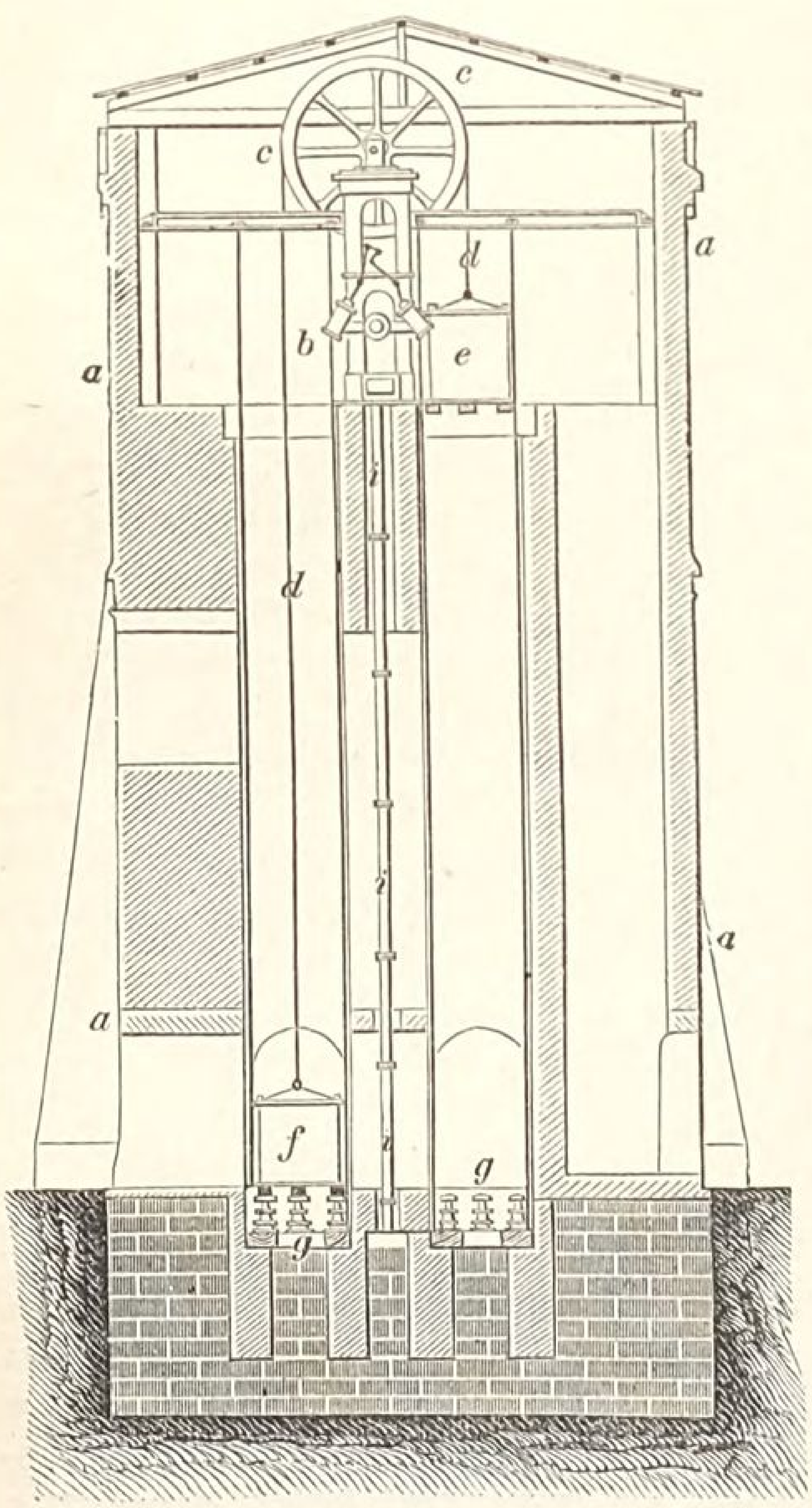
1) Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1853, S. 264 (Reisebemerkungen des Oberbauraths Hartwig).

2) Es wird nur bemerkt, dass zum Auf- und Abfahren der Wagen immer einige Minuten vergingen (natürlich die Stillstandszeit eingerechnet), pro Stunde aber jedenfalls 24 Wagen gehoben und gesenkt werden könnten.

3) Notizen zur Sammlung von Zeichnungen für die Hütte. Jahrgang 1861, S. 33 ff. Hieraus in Percy-Wedding's Handbuch der Eisenhüttenkunde. Zweite Abtheilung, S. 618 ff.

oscillirenden Cylindern gebildete Zwillingsdampfmaschine *b* aufstellte, welche direct die grosse Seilscheibe *c* umdrehte. Um letztere ist mehrere Male das kräftige Drahtseil *d* geschlagen und an dessen Enden die Förderschaalen *e* und *f* befestigt. Unten treffen die Förderschaalen auf Bufferfedern *gg*, um den Stoss beim Hemmen des Niederganges zu vermindern. Den erforderlichen Wasserdampf führt man aus einem unten aufgestellten Kessel im Rohre *i* der Betriebsmaschine *b* zu.

Fig. 122.



Die gewogenen (in unserer Abbildung weggelassenen) mit Klippkasten ausgestatteten Gichtwagen werden nach dem Thurme *aa* gefahren und, je nachdem sie für den einen oder den anderen Ofen bestimmt sind, von der rechten oder linken Seite desselben durch die unteren Oeffnungen auf die Förderschaalen *e* geschoben. Letztere hebt die Dampfmaschine *d* unter Einschaltung der Seilleitung *cd* derartig, dass stets ein leerer Wagen nieder und ein gefüllter aufwärts geht.

Neben der Dampfleitung *i* liegt ein Sprachrohr, um eine Verständigung der oben und unten befindlichen Arbeiter zu ermöglichen.

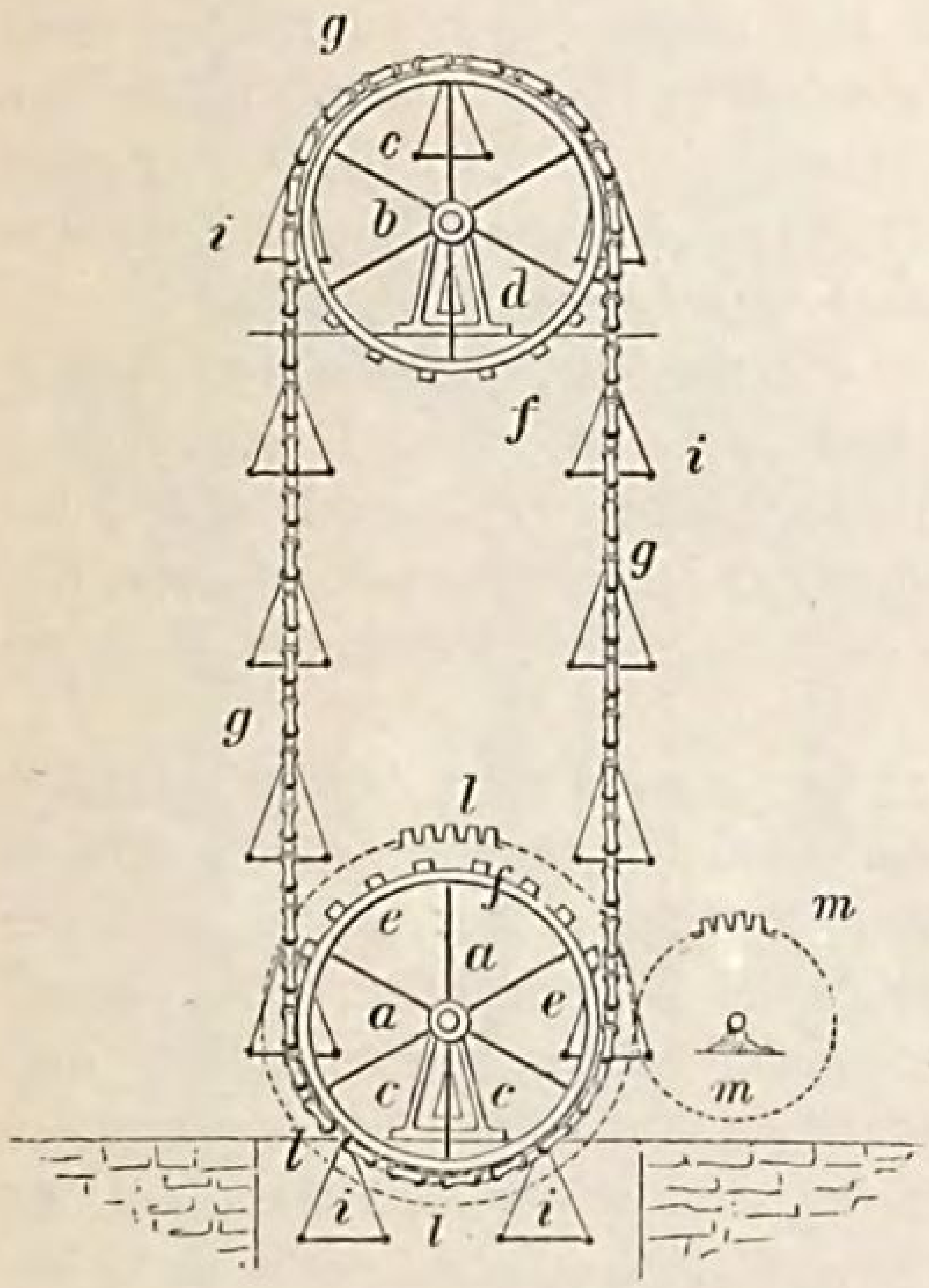
Sehr oft stellt man auch Dampfmaschine nebst Treibapparat auf der Hüttensohle auf[1]), was allerdings den betreffenden Betriebs-Maschinen eine grössere Stabilität giebt, die Fundirung erleichtert und die lange Dampfleitung *i* in Wegfall bringt. Indess wird die ganze Anordnung nicht so einfach wie bei der Aufstellung aller Maschinerie im Niveau der Ofengicht, und was besonders wichtig ist, die Bedienung wird dann weniger sicher und bequem, weil der Maschinenwärter die oben ankommenden Fördergefässe nicht vor Augen hat. Weiteres über die hier erörterte Aufstellungsfrage nebst Be-

1) Wiebe's Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Heft VII. (Gichtaufzug der Hubertushütte in Oberschlesien). Erfolgt der Betrieb durch Wasserräder, so muss der Treibapparat stets unten aufgestellt werden.

schreibung von Gichtaufzügen aller Art befindet sich in dem unten notirten empfehlenswerthen Werke des Professors von Hauer[1]).

Einen der bequemsten und für die Handhabung vortheilhaftesten verticalen Gichtaufzug zeigt Fig. 123, wobei das Drahtseil durch zwei Laschenketten *gg* ersetzt ist, zwischen denen die Förderschaalen *ii* (gleich den Schaalen an den Waagebalken der doppelarmigen Krämerwaagen) schwebend so aufgehangen sind, dass ihr Schwerpunkt lothrecht unter ihrem Aufhängepunkte liegt, also die Tragschaalen *ii* sich in allen Höhenlagen wagrecht stellen[2]). Ein nicht geringer Vortheil dieses Aufzuges ist der, dass, wenn es der oben stehende Arbeiter versieht, eine Ladung von irgend einer Aufziehschaale abzunehmen, dies gar keinen Nachtheil mit sich führt, vielmehr die Nutzlast mit ihrer Schaale nur über die Welle der oberen Kettenscheibe hinweg und auf der anderen Seite ungestört wieder herabgeht und zur Aufladestelle zurückkehrt. Um dies Abladen sicher zu ermöglichen, lässt man die Aufzugsschaalen mit höchstens 0,15 Meter (= $^1/_2$ Fuss) Geschwindigkeit pro Secunde auf- und absteigen. Unsere Skizze, nach Gichtaufzugszeichnungen grösserer belgischer Eisenhüttenwerke (Monceaux u. Couillet bei Charleroi) gefertigt, findet sich als sehr schöne Zeichnung in Hülsse's bereits citirter Maschinenencyklopädie[3]). Deshalb werde hier nur noch bemerkt, dass *a* und *b* zwei in Ständern *c* und *d* gelagerte parallele Wellen sind, wovon jede zwei in je 1 Meter Entfernung befestigte gusseiserne Kettenscheiben *e* von 2,35 Meter Durchmesser trägt. Letztere sind mit Warzen *ff* ausgestattet, deren Theilung naturgemäss der Gliederlänge der Kette *gg* entspricht. In gleichen Distanzen (von 1,4 Meter) sind beide Ketten durch wagerecht gelegte eiserne Rundstäbe verbunden, deren Enden zugleich die Gelenkbolzen für die entsprechend gelegenen Kettenglieder abgeben.

Fig. 123.



Auf die untere Ketten-Scheibenwelle ist ein gusseisernes Stirnrad *l* gekeilt, in welches ein Getriebe *m* fasst, das seine Umdrehkraft von einem Wasserrade oder von einer Dampfmaschine aus empfängt.

1) „Die Hüttenwesen-Maschinen". Mit 47 Figurentafeln und Tabellen für die Windmengen. Wien 1876. Abschnitt „Gichtaufzüge", S. 260—288.

2) Die vierte Abtheilung des Le Blanc'schen Recueil des Machines enthält auf Pl. 18 eine ähnliche Anordnung (sehr schön gezeichnet), wobei bemerkt wird, dass derartige Aufzüge vielfach in französischen Zuckerfabriken Anwendung finden.

3) In dem mit grossem Fleisse von Schwammkrug bearbeiteten und mit vielen Zahlenbeispielen ausgestatteten Artikel „Aufzug".

Ungeachtet des vorher ausgesprochenen Lobes hat dieser Aufzug dennoch vielfache Mängel, die wohl beachtet zu werden verdienen. Hierher gehört zuerst, dass die Ketten sich leicht recken und mit der überdies grossen Zahl beweglicher Theile zu sehr häufigen Reparaturen Veranlassung geben. Ebenso sind die Schwankungen der (aufgehangenen) Förderschaalen nicht immer zu vermeiden, ein Uebelstand, der leicht zu Brüchen führt. Endlich ist die ungleiche Belastung der auf- und absteigenden Ketten nicht vortheilhaft für die Nutzwirkung der vorhandenen Betriebskraft u. d. m.[1]).

Für Förderwerke in Steinbrüchen, als Aufzugsmaschinen an Bord grosser Dampfer, als Schachtwinden etc. finden neuerdings[2]) die Dampfwinden der Lidgerwood Manufacturing Comp. in New-York viel Beifall, wobei man Dampfmaschinen mit rotirenden Kolben in Anwendung bringt und worüber bereits S. 104 und S. 105 ausführlich berichtet wurde.

In England verwendet man vielfach den in Fig. 124 abgebildeten Aufzug zum Fördern verhältnissmässig leichter Baumaterialien, wie Mörtel, Kalk, Ziegelsteine etc., der unter dem Namen mechanische Leiter (mechanical ladder) bereits 1836 einem gewissen Spurgin patentirt[3]) und in etwas vereinfachter Gestalt aber zuerst in den Proceedings des engl. Ingenieur-Vereins beschrieben und besprochen wurde[4]).

Auch in Deutschland[5]) und Belgien[6]) hat man diesen Aufzug mehrfach in Anwendung gebracht, ohne jedoch unter allen Umständen damit zufrieden gewesen zu sein, da auch hier das Recken der Kette, das Rosten und der Reibungswiderstand der vielen Bolzen mancherlei Unannehmlichkeiten veranlasste, nicht zu gedenken, dass bald Kettenglieder herausgenommen, bald hinzugefügt werden müssen, wie dies die veränderliche Förderhöhe bei den meisten Bauzwecken mit sich führt. In Hannover hat man seiner Zeit einen solchen Aufzug beim Baue des neuen Zeughauses (am Waterlooplatze) nicht ohne Erfolg benutzt.

Eine zweite Gattung derartiger Fördermaschinen bilden die geneigten Gichtaufzüge, d. h. solche, wo die zum Betriebe der Hochöfen erforderlichen Materialien auf unter 20 bis 40 Grad geneigten Ebenen in Wagen oder auf sogenannten beweglichen Auffahrten durch Maschinenkraft bis zur Gichthöhe aufgezogen werden[7]). Man bedient sich ihrer besonders dann, wenn die Hoch-

1) Einen fast gleichen Aufzug benutzte man viele Jahre zur Zufriedenheit des Besitzers in der Meyer'schen Cementfabrik Theresienthal unweit Hameln.

2) Riedler, Bericht über die Weltausstellung von 1876 in Philadelphia, S. 64 ff.

3) Patent Specification. 1836. Nr. 7054.

4) Instit. of Civil Engineers. Vol. III, pag. 221. Diese Quelle handelt auch von den bei Errichtung der Nelsonsäule in London (Trafalgar Square) benutzten Maschinerien.

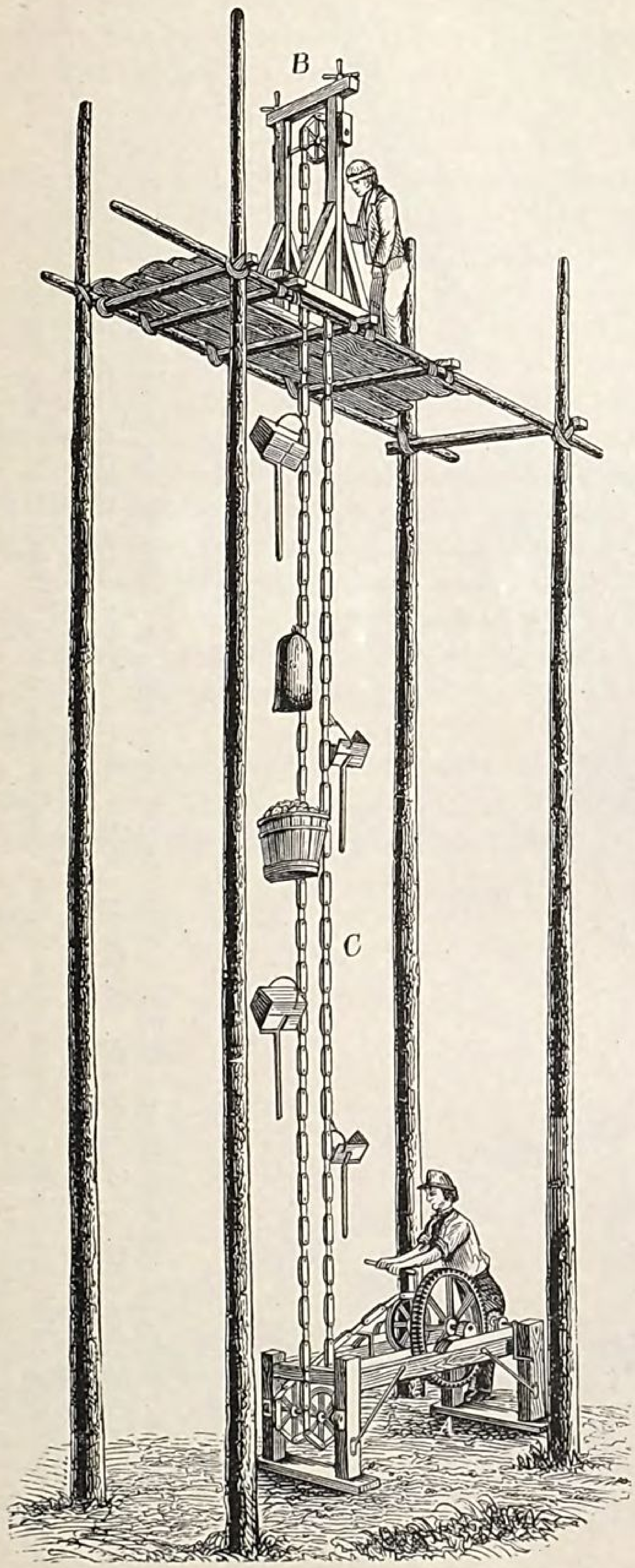
5) Notizblatt des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1845, S. 68, Taf. V.

6) Jobard's Bulletin du Musée de l'Industrie. T. 7 (1845), Planche 12, unter der Ueberschrift: Spurgin's Machine a monter les briques, le mortier etc.

7) Die vorzüglichsten Quellen (namentlich grösserer Zeichnungen) zum Studium von Hochofen-Gichtaufzügen sind folgende:

öfen an Bergabhängen liegen oder sonstige Betriebsverhältnisse ferner die Art der Verwendung des Arbeitspersonals hierzu veranlassen oder endlich eine grössere Sicherheit gegen Unglücksfälle bei etwaigen Brüchen der Förderseile oder Ketten, wie solche bei verticalen Aufzügen nicht leicht beschafft werden kann, herbeizuführen[1]).

Fig. 124.



Die umstehende Figur 125 (dem unten citirten Werke von Le Blanc und Walter, Tafel 17 entlehnt) stellt einen Haupttheil des geneigten Gichtaufzuges der Hütte von Lavoulte im Ardèsche-Departement dar, welches Werk in der Nähe der Rhone liegt, weshalb Erze, Zuschläge etc. auf Böten zu- und Roheisen ebenso abgeführt werden. Um dabei je nach der Wasserhöhe mit den Böten bequem genug anlegen und

Le Blanc und Walter, „Eisenhüttenkunde". Deutsch von Hartmann. Weimar 1839, S. 95 etc.

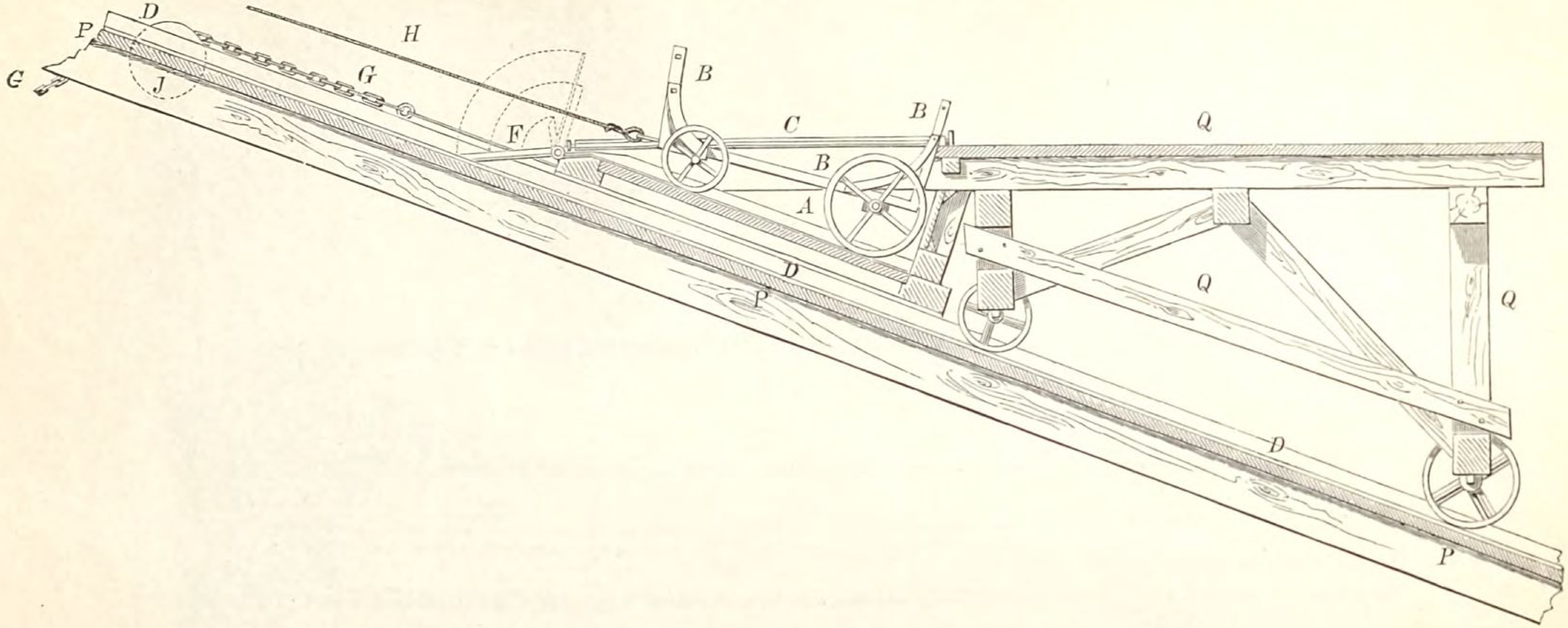
Hülsse, „Maschinenencyklopädie". Artikel „Aufzug", S. 355 bis mit S. 377.

Flachat, Barrault und Petiet, Die Fabrikation des Eisens. Lüttich und Leipzig 1851.

Fernere Beschreibungen und Literaturangaben finden sich in v. Hauer's Werke: „Die Hüttenwesen-Maschinen". Wien 1867, S. 152.

1) Man sehe hierüber auch Abtheilung 2, S. 632 der Percy-Wedding-schen „Eisenhüttenkunde".

Fig. 125.



den Transport auf der schiefen Ebene *P P* möglichst leicht beschaffen zu können, hat man eine grosse Fahrbühne *Q Q*, ähnlich den bei den Dampffähren (Bd. 3, S. 192, Fig. 93. Erste Auflage) besprochenen Landungsbrücken, angeordnet, deren vordere Partie eine Vertiefung *A* bildet, welche zum Zweck hat, die als Fördergefässe dienenden Wagen *B* aufzunehmen, diese aber gleichzeitig vor dem Selbstherabrollen zu sichern, wenn dies durch Unachtsamkeit der Arbeiter eintreten könnte, endlich auch um die Beladung der Wagen zu erleichtern, indem diese tiefer stehen, als die Fläche der Auffahrtbühne *Q Q*.

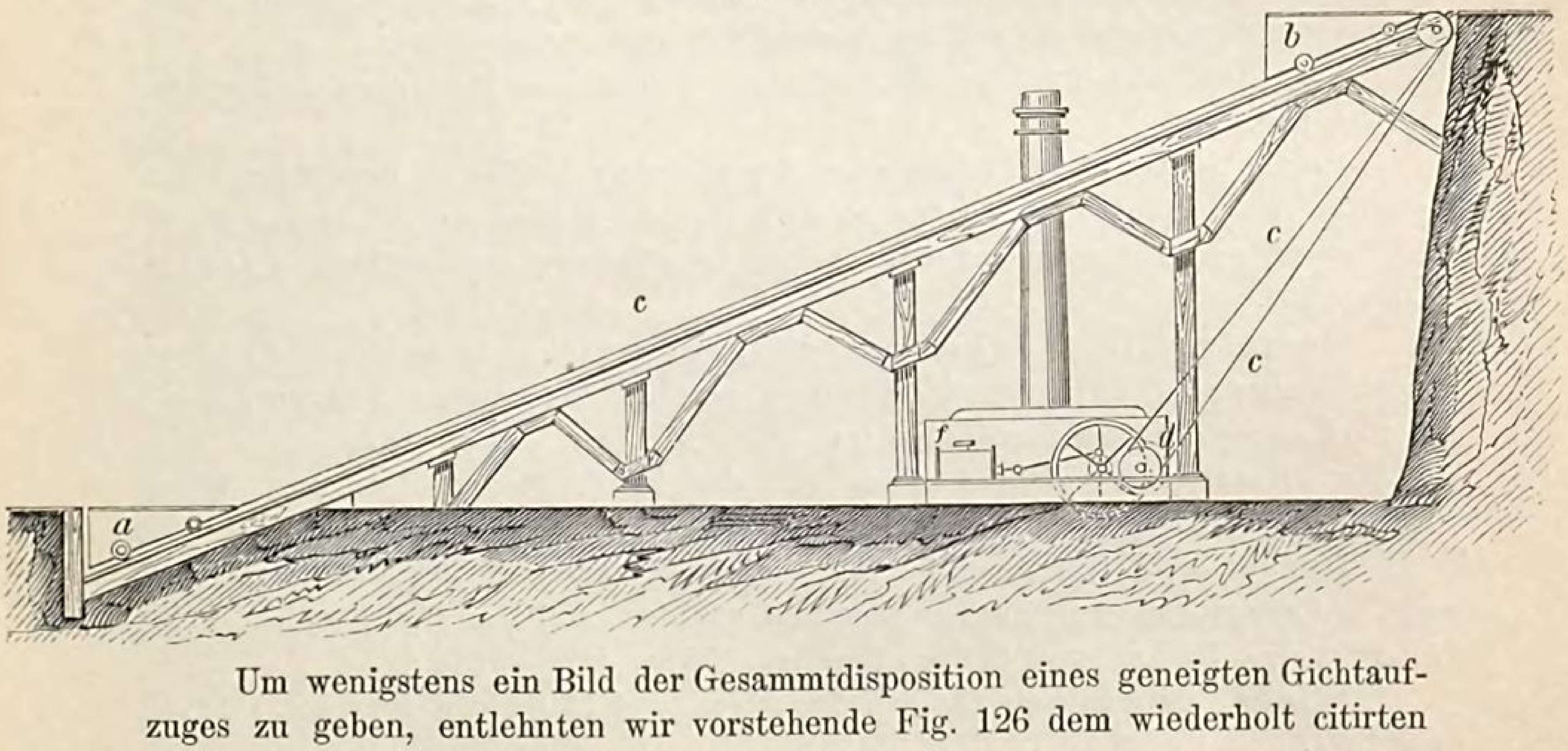
Bemerkt werden muss, dass auf der schiefen Ebene *PP* zwei Eisenbahngleise *DD* (zu zwei Schienen) in solcher Entfernung neben einander liegen, dass zwischen den beiden Bahnen ein Abstand bleibt, welcher den beschäftigten Arbeitern als freier Weg dient. In jeder der beiden Bahnen sind längs der ganzen schiefen Ebene mit den Schienen der letzteren parallel laufende (in unserer Abbildung weggelassene) Zahnstangen angebracht, in deren Zähne Sperrkegel (Hämmer, Knechte etc.) der Wagen *B* einfallen, damit letztere im Falle eines Seilbruches nicht von selbst herabrollen.

C ist eine Plattform, welche um eine geeignete Achse gedreht werden kann und für beide Bahngleise (nach zwei Richtungen hin) denjenigen Arbeitern als Auftrittsboden dient, deren Aufgabe das Beladen der Förderwagen *B* ist. *F* sind Klappen, welche vorn am Ausgange der Vertiefung *A* (der Fahrbühne *Q*) angebracht sind, um beim Uebergange der Wagen *B* auf die Eisenbahngleise *DD* nachtheilige Sprünge oder Stösse zu vermeiden.

Am Vordertheile der Fahrbühne *AQ* ist eine Kette *G* befestigt, welche über eine Leitrolle *J* läuft und nach einem Haspel geführt ist, womit die Bühne *Q*, je nach dem Wasserstande, höher oder tiefer gestellt werden kann. *H* ist eins der Förderseile des Wagens *B*, welches erst aufwärts, dann durch die schiefe Ebene tretend nach unten geht und sich dort auf einer vertical gestellten Seiltrommel aufwickelt, welche ihre Umdrehkraft durch die das Gebläse des Hochofens treibende Dampfmaschine erhält. Da immer gleichzeitig ein beladener Wagen aufwärts geführt wird, während ein leerer herabgeht, so sind zwei Seiltrommeln (von gleicher Anordnung und Grösse) vorhanden, worauf sich die Seile in entgegengesetzter Richtung beziehungsweise auf- und abwickeln [1]).

Dimensionen und Umdrehzahlen der Seiltrommeln sind so regulirt, dass die Förderung der Wagen auf der schiefen Ebene mit der Geschwindigkeit von einem Meter pro Secunde (im Mittel) erfolgt.

Fig. 126.



Um wenigstens ein Bild der Gesammtdisposition eines geneigten Gichtaufzuges zu geben, entlehnten wir vorstehende Fig. 126 dem wiederholt citirten

1) Das vorher citirte Le Blanc-Walter'sche Werk enthält in grosser

Hauer'schen Werke: „Die Hüttenwesen-Maschinen"[1]). Die ganze geneigte Ebene ist hierbei aus Holz construirt und wird ebenfalls stets einer der beiden Förderwagen *a* und *b* an den Seilen *cc* hinauf-, der andere gleichzeitig herabgeführt. Letztere wickeln sich auf je einer der horizontal gelagerten Windetrommeln *d* auf, deren Umdrehungen durch eine Dampfmaschine mit horizontalliegenden Cylindern erzeugt wird.

V. Fördermaschinen für Bergwerke und Verkehrszwecke[2]).

§. 6.

Mit dem Namen Fördermaschinen bezeichnet man gewöhnlich Aufzugs- und Senkmaschinen zum Transporte von Berg-

Darstellung (Tafel 18) vollständige Zeichnungen der Seiltrommeln, sowie aller Bewegungsmechanismen, Sicherheitsmittel etc.

1) Die zweite umgearbeitete Auflage des von Hauer'schen Werkes, datirt vom Jahre 1876, Abschnitt „Gichtaufzüge", S. 260 ff. Noch andere Maschinerien zu Gichtaufzügen finden sich namentlich in dem grossen, bei Brockhaus in Leipzig 1847 (in deutscher Sprache) erschienenen Werke: „Die Fabrikation des Eisens" von Flachat, Barrault und Petiet.

2) Aus dem Gebiete der reichen Literatur dieses Gegenstandes verzeichnen wir hier vorerst nur diejenigen Werke über Fördermaschinen der Bergwerke, welche gute Abbildungen enthalten. (Vollständigere Literatur liefert namentlich Prof. von Hauer in seinem Werke: „Die Fördermaschinen der Bergwerke". Zweite Auflage. Leipzig 1874. Ebenso reichhaltig sind die Quellenangaben im „Leitfaden für Bergbaukunde" von Albert Serlo. Bd. 2, Berlin 1884 (vierte verbesserte und bis auf die neueste Zeit ergänzte Auflage).

Combes, Handbuch der Bergbaukunst. Deutsch von Hartmann. Weimar 1844—1846.

Ponson: Traité de l'exploitation des Mines de houille ou exposition comparative des méthodes employées en Belgique, en France, en Allemagne et en Angleterre, pour l'arrachement et l'extraction des minéraux combustibles. 4 Tomes. Liège 1852.

Portefeuille de John Cockerill, ou description de machines d'épuisement, d'extraction, de fabriques, d'outillage, machines de bateaux à vapeur, locomotives et matérial de chemins de fer. Paris et Liège. 1855—1874.

v. Rittinger, Jahresberichte etc. der k. k. Montan-Beamten. Wien 1851—1853, und

Derselbe, Erfahrungen im Berg- und Hüttenmännischen Maschinen-Bau- und Aufbereitungswesen. Zusammengestellt aus den amtlichen Berichten der k. k. österr. Berg-, Hütten- und Salinen-Beamten. Wien 1852—1874.

Wiebe, Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer etc. 1858 bis 1874.

Zeichnungen der Hütte. Berlin 1855—1874.

werks- und Steinbruchs-Produkten auf grosse Höhen, wobei man wieder das Fördern in verticaler, geneigter und horizontaler Richtung unterscheidet. Wir wollen für unsere Zwecke diese Auffassung dahin abändern, dass wir (die Gelegenheit benutzend) auch die Maschinen für den Transport von Personen, Waaren, Gütern und Schiffen auf stark geneigten Ebenen mit einschliessen und dafür die Horizontal-Fördermaschinen als bereits im dritten Bande unseres Werkes in soweit erledigt annehmen, als erforderlich war, um das Fehlende (namentlich für Bergwerksförderungen) durch die unten verzeichneten Quellen ergänzen zu können.

Eine fernere Eintheilung der Fördermaschinen nach den bewegenden Kräften (Motoren), nämlich Menschen- und Pferdekräften, sowie den Kräften des Wasserdampfes und des bewegten Wassers, diene als zweiter Leitfaden, wobei jedoch wieder (für unsere allgemeinen Zwecke) diejenigen Fördermaschinen als bereits in Bd. 1, S. 227 und 240 (erste Auflage) und S. 280 und 299 (zweite Auflage), sowie Bd. 4, S. 393 (erste Auflage) und S. 97 (zweite Auflage) hinreichend besprochen angenommen werden sollen, welche durch Menschenkräfte in Betrieb gesetzt werden.

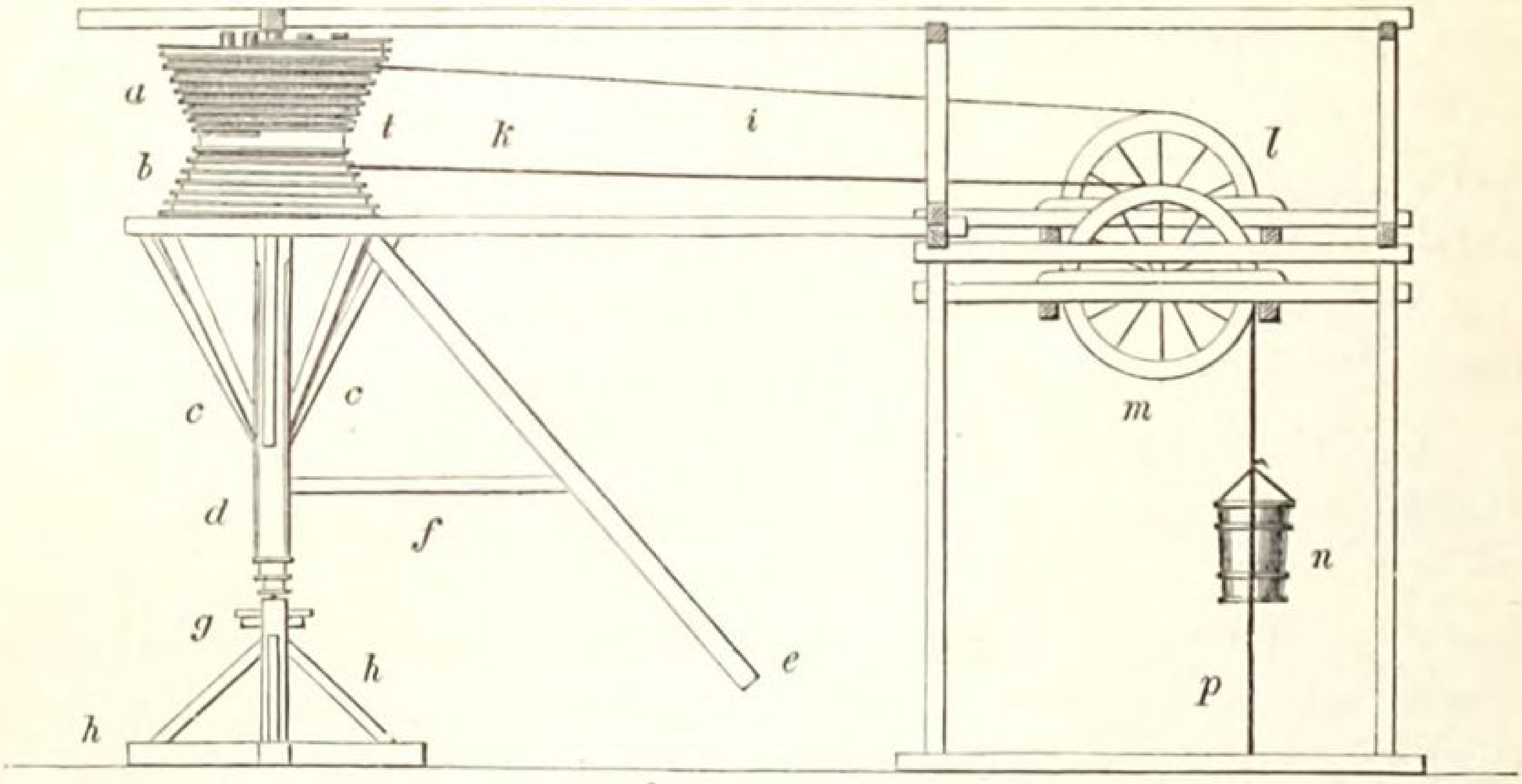
A. Maschinen zur Verticalförderung.

Als Repräsentanten empfehlenswerther, durch Pferde betriebener Maschinen zum Fördern aus grossen Tiefen (Schächten) wählen wir den zuerst 1793 von Gerstner für die Eisengrube Krussna Hora in Böhmen entworfenen und ausgeführten Pferdegöpel, der in seinen Haupttheilen in den Fig. 127 und 128 dargestellt ist.

Das Wichtigste an dieser Maschine ist (nach dem, was bereits Bd. 1 über Pferdegöpel erörtert wurde) der doppelte abgestutzte Kegel abt, auf dessen Mantel sich die Förderseile beziehungsweise auf- und abwickeln. Man erkennt leicht, dass der Zweck der Anordnung dieses konischen oder spiralförmigen Seilkorbes statt eines cylindrischen (Fig. 136) kein anderer als der ist, das Drehungsmoment der Achse während der ganzen Dauer einer Förderung ebenso constant zu machen, wie dies bei der Schnecke tragbarer Uhren (Bd. 1, S. 41) in Bezug auf die abnehmende Zugkraft der Triebfeder der Fall ist. Werden nämlich Lasten von 300 bis 400 Kilogramm aus Tiefen von 200 bis 300 Metern (und mehr) gefördert, so sind entsprechend dicke und somit schwere Zugseile erforderlich, deren Gewichte neue und zwar veränderliche Lasten der Fördertonne n, dem Förderkorbe, der Treibsäcke etc. hinzufügen. Man bestimmt deshalb die Radien der in einer Schraubenlinie an den Körben a und b aufsteigenden Seilspuren derartig, dass die Triebkräfte (in unserem speciellen Falle die Pferde) nur allein das Gewicht der Nutzlast (der Erze etc.

in der Tonne) zu ziehen haben, Seil und Fördergefässgewicht aber sich für jede Höhe wechselseitig ausgleichen [1]).

Fig. 127.



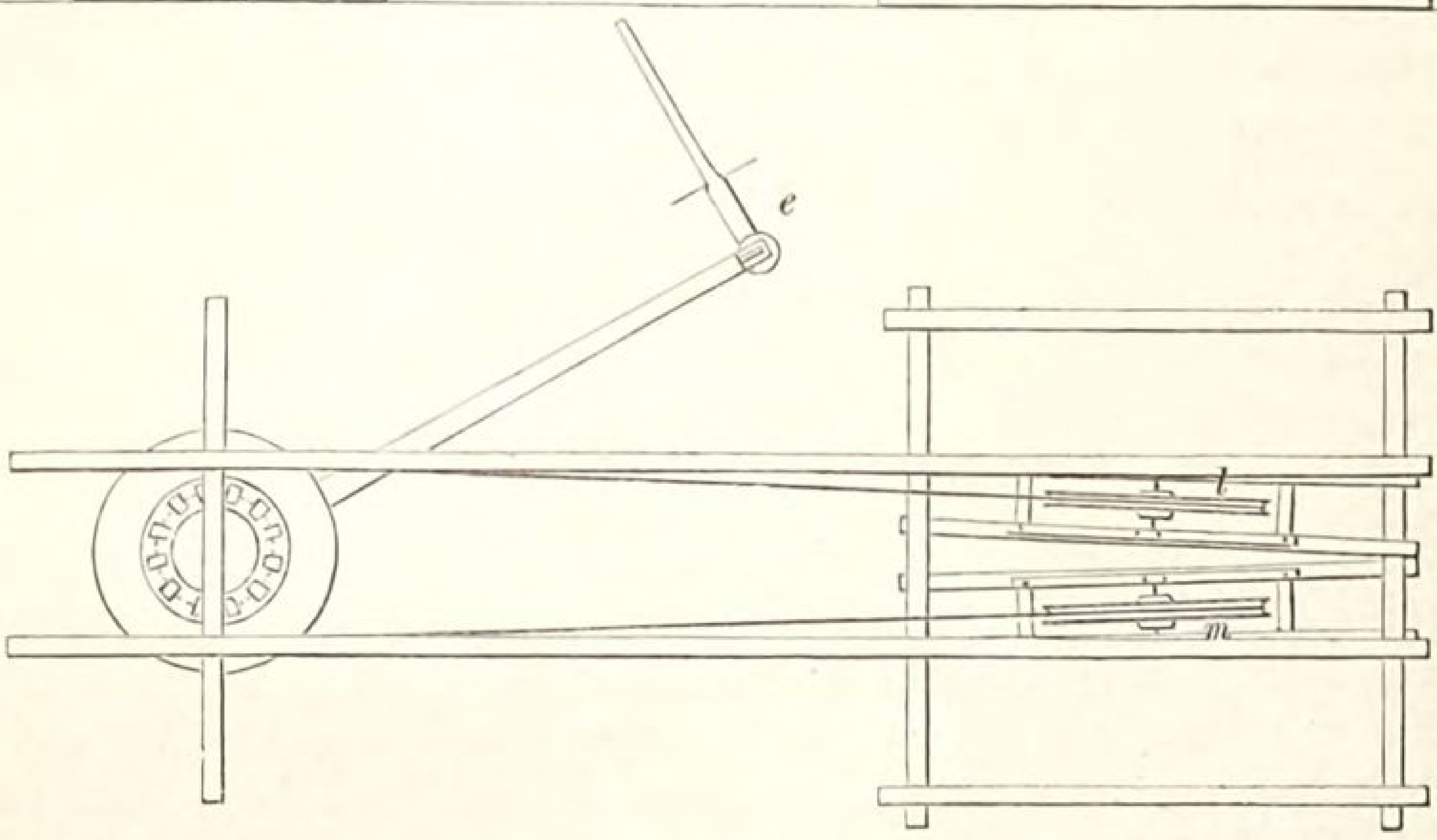


Fig. 128.

Der Korb *abt* besteht (bei Gerstner) aus Holz, welches oben und unten durch Kreuzarme und Kränze verbunden und mit der stehenden Welle gehörig

1) Die Verwendung sogenannter Spiralkörbe statt der cylindrischen scheint auf dem Continente früher geschehen zu sein, als in England. So findet sich u. a. die Zeichnung eines derartigen Korbes in Belidor's Architectura hydraulica. Aus dem Französischen übersetzt und in Augsburg von 1740—1770 erschienen. 1. Theil, 4. Buch. Cap. III. Tab. V. Ferner auch in Poda's kurzgefasster Beschreibung der Bergbau-Maschinen zu Schemnitz (Nieder-Ungarn). Prag 1771. S. 15, Vignette 5. Leupold in seinem Theat. mach., Abtheilung Hydraulicarum. T. II. Cap. III. §. 45 berichtet nur über cylindrische Körbe, ebenso liefert

vereinigt, sowie durch andere Hölzer *c* entsprechend verstrebt ist. Stärkere Bretter und schwache Scheidewände bilden oben und unten die Spiralwindungen für die Treibseile, während sich in der Mitte des Korbes ein cylindrischer Theil *t* befindet, der zum Aufwinden des leeren Seiles (oder der leeren Ketten) bestimmt ist, wenn aus verschiedenen Tiefen gefördert werden soll[1]). Die übrigen Theile des Göpels wie die Schwengelanordnung *fe*, ein Stock *g* zur Unterstützung des Spurzapfens, welcher auf einem untermauerten Zimmerwerke sitzt und durch Streben *h* unterstützt wird etc., verstehen sich von selbst.

Einen sehr wichtigen Theil der Wirksamkeit des Spiralkorbes und der ungestörten Arbeit damit bildet die durch Fig. 129 besonders dargestellte sogenannte Seilleitung, das heisst diejenige Anordnung, welche die Kette immer genau in die gehörigen spiralförmigen Spuren oder Windungen des Korbes führt. Dieselbe besteht aus einem hölzernen, ein Rechteck bildenden Rahmen, wovon in unserer Abbildung nur eine der beiden verticalen Seiten $\alpha\alpha$ sichtbar ist, eine Fortsetzung des Rahmens nach oben ist mit Zähnen β ausgestattet, die in eine schraubenförmige Spur $\delta\delta$ an der oberen Endfläche des Korbes greifen. Ausser den Zahnstangen $\beta\beta$ sind zwischen den beiden Rahmstücken $\alpha\alpha$ noch zwei um Zapfen drehbare Walzen oder Leitrollen $\gamma\gamma$ eingeschaltet, welche die Ketten oder Seile derartig führen, dass sie den betreffenden Schrauben-

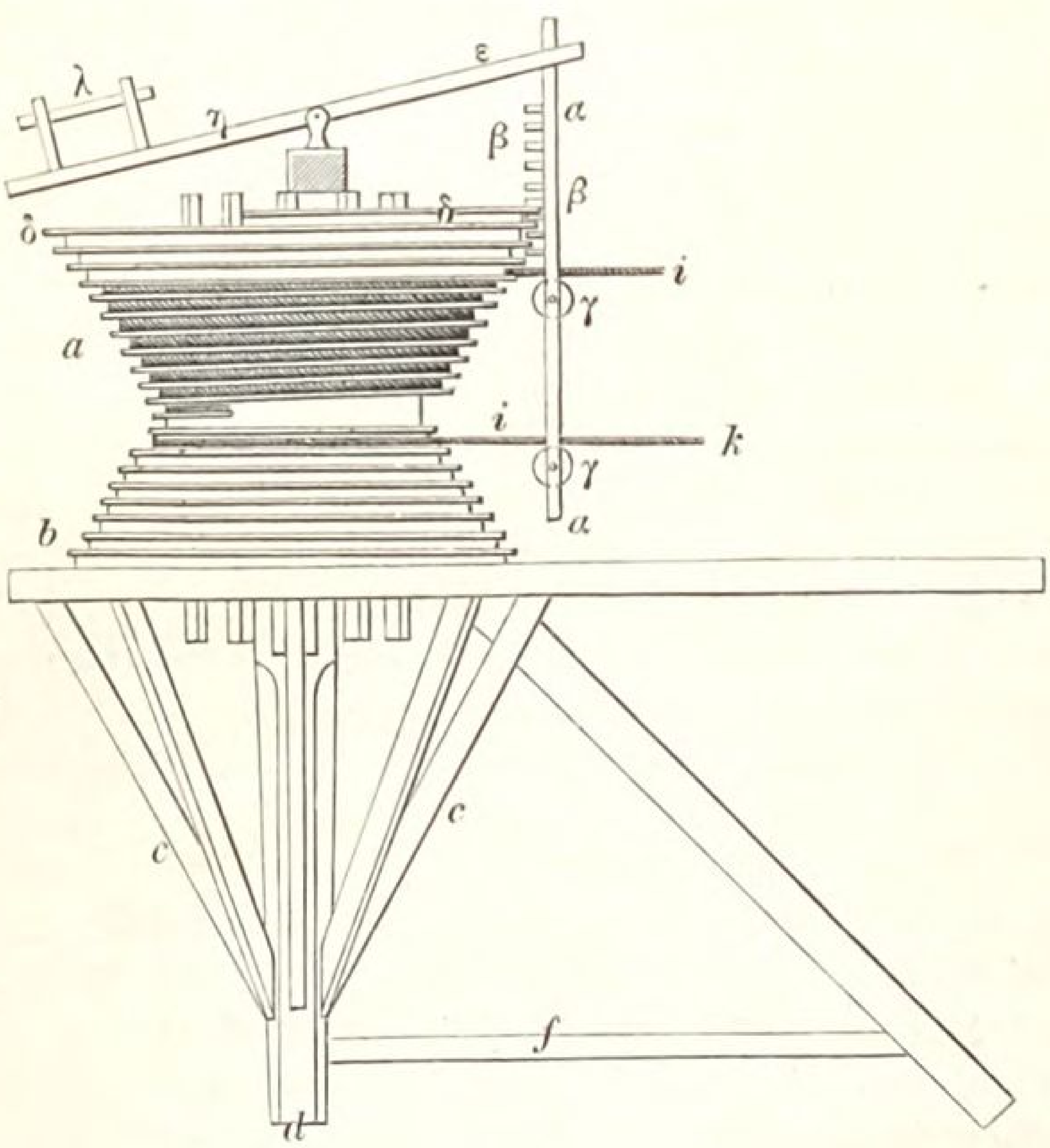
John Taylor in Newcastle-on-Tyne in seinem werthvollen Aufsatze „On the progressive application of Machinery to Mining purposes“ (Instit. of Mechanical Engineers, Proceedings. 1859. pag. 15, Plate 5) die Abbildung eines 1778 von Smeaton für eine Newcastler Steinkohlengrube ausgeführten Förderwerkes mit Newcomen'scher Dampfmaschine, wobei jedoch nur von cylindrischen Seilkörben die Rede ist. Auf die sogenannten cylindrischen Spulen (Bobinen) für Bandseile (statt der Rundseile), womit ebenfalls eine gewisse Ausgleichung erreicht werden kann, kommen wir im Texte ausführlich zu sprechen.

Eine noch in England vorkommende Ausgleichung des Seilgewichts (Instit. of Mechanical Engineer a. a. O., Plate 4) wird dadurch erreicht, dass man an jedem Fördergefässe unten eine Kette befestigt, deren Längeneinheit soviel wiegt als die des Seiles. Allein diese Anordnung hat, abgesehen von den Anschaffungskosten, den grossen Uebelstand, dass hierdurch das todte Gewicht der Fördermasse und damit die Reibungswiderstände vergrössert werden, nicht zu gedenken, dass sich diese Ausgleichketten leicht verschlingen und Unfälle veranlassen können. Dasselbe ungünstige Urtheil lässt sich über die auf Bahnen von abnehmender Neigung (ähnlich wie die Gegengewichte bei den sogenannten Klappbrücken) laufenden Karren (den Ausgleichhunden) sagen. Man sehe, S. 147 am Ende von Note 1, die neuerdings von v. Hauer gemachten Vorschläge, die Seilausgleichung durch veränderliches Bahngefälle zu beschaffen. Ueber noch andere Ausgleichungsmethoden des Seil- oder Kettengewichtes berichtet v. Hauer in seinem Werke: „Die Fördermaschinen der Bergwerke“. S. 286, zweite Auflage. Auch Serlo's Bergbaukunde, Bd. 2 (vierte Auflage, 1884), S. 236 ff. ist in Bezug auf betreffende Literatur zu empfehlen.

1) Speciellere Abbildungen mit Erörterung der ausführlichen Korbconstruction enthält Gerstner's „Handbuch der Mechanik“. Erster Band, S. 224, Tafel 13.

gewinden der Körbe *a* und *b* horizontal zugeführt werden. Schliesslich ist das ganze Rahmwerk $\alpha\beta\gamma$ an einem Hebel $\varepsilon\eta\lambda$ aufgehangen, der bei λ einen Steinkasten trägt, dessen Gewicht so gross sein muss, als das Gewicht des Rahmens $\alpha\beta\gamma$ und der Hälfte der Seil- oder Kettenstücke, welche zwischen dem Spiralkorbe und den Leitscheiben (Seilscheiben) *l* und *m* (Fig. 128) der Förderseile *i* und *k* horizontal gespannt sind.

Fig. 129.



Dass unsere Abbildungen derjenigen Stellung entsprechen, wobei eine volle Tonne *n* oben, am sogenannten Sturzhaken angelangt, das betreffende Seil *i* also fast ganz auf dem oberen Korbtheil aufgewickelt ist, dagegen die leere Tonne den Schachtboden erreicht hat, bedarf wohl nicht der Erörterung [1]).

1) Streng genommen muss, wenn eine ganz vollständige Ausgleichung erreicht werden soll, der Korbmantel keinem doppelten abgestutzten gemeinen Kreiskegel, sondern einer eigenthümlichen krummen Fläche angehören, oder er muss die Gestalt eines Rotationskörpers erhalten, dessen Erzeugungslinie dem Querschnitt der sogenannten Karniesleisten ähnlich ist. Mit der Berechnung derartiger Spiralkörbe haben sich besonders Gerstner und Weisbach beschäftigt. Ersterer in der bereits 1816 zu Prag erschienenen Schrift: „Abhandlung über die Spirallinie der Treibmaschinen und einige dazu gehörige Verbesserungen“ und letzterer in seiner „Bergmaschinenmechanik“. Zweiter Band, S. 388. Leipzig 1836.

Von neueren Arbeiten, denselben Gegenstand betreffend, sind besonders folgende beachtenswerth:

J. Hrabák, Förderung von jährlich 2 Millionen Centner aus einer Seigertiefe von 600 Wiener Klaftern (1137,6 Meter). Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. Bergakademien Przibram, Leoben und Schemnitz. Bd. XX (1872), S. 290 und S. 239.

Haton de la Goupillière, „Analytische Studie über die Construction

Um die Bewegung des Göpels und der damit zu fördernden Lasten vollständig in der Gewalt zu haben und den Gang der Maschine sowohl reguliren als vernichten (dieselbe zum Stillstande bringen) zu können, hat man

der Spiralkörbe". Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hütten-Wesen". Wien 1883, S. 489.

In der Praxis begnügt man sich gewöhnlich mit derjenigen Ausgleichung, welche der Annahme gleicher Drehungsmomente am Anfange und zu Ende des Treibens entspricht, wonach beide Körbe die Gestalt abgestutzter Kegel mit kreisförmigen Querschnitten erhalten.

Bezeichnet für diesen Fall P die Zugkraft der Pferde, a die mechanische Schwengellänge des Göpels, R den grössten, sowie r den kleinsten Kegelhalbmesser, ist ferner L die seigere Tiefe des Treibschachtes, wiegt die Längeneinheit der Kette oder des Seiles q Kilogramme und bezeichnet endlich K_1 das Gewicht der vollen und K_2 das der leeren Tonne, so erhält man

$$(1)\quad Pa = r(K_1 + qL) - RK_2$$

für den Anfang des Treibens, sowie

$$(2)\quad Pa = RK_1 - r(K_2 + qL)$$

für das Ende des Treibens.

Hieraus folgt aber, beziehungsweise durch Addition und Gleichsetzung:

$$(3)\quad R + r = \frac{2\,Pa}{K_1 - K_2}$$

und

$$(4)\quad \frac{r}{R} = \frac{K_1 + K_2}{K_1 + K_2 + 2\,qL}.$$

Aus diesen Gleichungen ergiebt sich schliesslich, wenn

$$\frac{2\,Pa}{K_1 - K_2} = c$$

gesetzt wird:

$$\text{I.}\quad R = c\left\{\frac{K_1 + K_2 + 2\,qL}{2\,(K_1 + K_2 + qL)}\right\}$$

und

$$\text{II.}\quad r = c\left\{\frac{K_1 + K_2}{2\,(K_1 + K_2 + qL)}\right\}$$

Bezeichnet ferner α den Winkel, welchen eine Gerade als Erzeugungslinie des Kegels mit der Verticalen einschliesst und ist s die Länge der gedachten Geraden, so hat man noch

$$\text{III.}\quad s = \frac{R - r}{sin.\,\alpha}.$$

Wird überdies $\frac{R + r}{2}$ also (nach 3) $\frac{Pa}{K_1 - K_2} = \varrho$ gesetzt, so ergiebt sich für die der ganzen Seillänge L entsprechende Anzahl von Windungen $= n$ einer Korbhälfte:

$$\text{IV.}\quad n = \frac{L}{2\,\pi\,\varrho},$$

folglich die Höhe $= h$ der einen Korbhälfte, wenn jedes Seilfach die Höhe e beansprucht:

eine sogenannte Backenbremse angebracht, bei welcher von 2 Seiten Bremsklötze gegen einen etwas hervorspringenden Kranz am unteren grössten Durchmesser des Korbtheiles *b* gepresst werden, deren Aufnahme jedoch in unseren Abbildungen deshalb weggelassen wurde, weil ihre Anordnung mit der in den folgenden beiden Figuren dargestellten (der Hauptsache nach) übereinstimmt und bei anderen später zu betrachtenden Maschinen fast ganz gleiche Anordnungen vorkommen.

Bei Schächten von einigermassen bedeutender Tiefe und (nach alter Regel) bei Förderlasten, welche mehr als drei, höchstens vier Paar Pferde als Gespann erfordern, wendet man zum Fördern vorzugsweise Dampfmaschinen oder, wenn Wasserkräfte vorhanden sind, Wasserräder an, d. h. benutzt Dampf- oder Wasser-Göpel.

Als Repräsentanten neuer Dampfgöpel benutzen wir die in den Fig. 130 und 131 skizzirte Disposition einer (in der Aufstellung begriffenen) Fördermaschine für die Steinkohlengrube Pluto in Westphalen, die von der Maschinenbau-Actien-Gesellschaft Union zu Essen a. d. Ruhr geliefert wurde. Zum Betriebe dient hier eine Zwillingsdampfmaschine *ab*, von je 91 Centimeter Cylinderdurchmesser und von 152 Centimeter Kolbenhub [1]) mit Spiraltrommeln *cc* und

$$\text{V.} \quad h = n \,.\, e = \frac{L}{2\pi\varrho} \,.\, e,$$

oder auch

$$\text{VI.} \quad h = \frac{R - r}{tg.\,\alpha},$$

sowie, wenn *d* der Seildurchmesser ist:

$$\text{VII.} \quad e = d \cos.\,\alpha \text{ etc.}$$

Weiteres und Ausführlicheres über die Berechnung derartiger Treibkörbe findet man besonders (ausser den bereits citirten Arbeiten von Gerstner, Weisbach und Hauer) in nachbemerkten Quellen:

Prof. R. R. Werner, „Theorie der Tiefbauförderung“ in der Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen des preussischen Staates. Bd. 16.

W. Riehn in Clausthal (jetzt Professor in Hannover), „Ueber Berechnung der Förderdrahtseile und der Seilkörbe“. Separatabdruck aus der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate. Bd. 20. Jahrgang 1872, S. 239.

Dwelshauvers-Dery, sur la Forme de Tambour régulateur des Machines d'Extraction. In Cuyper's Revue universelle. 1872. Vol. 31. pag. 45 et 185.

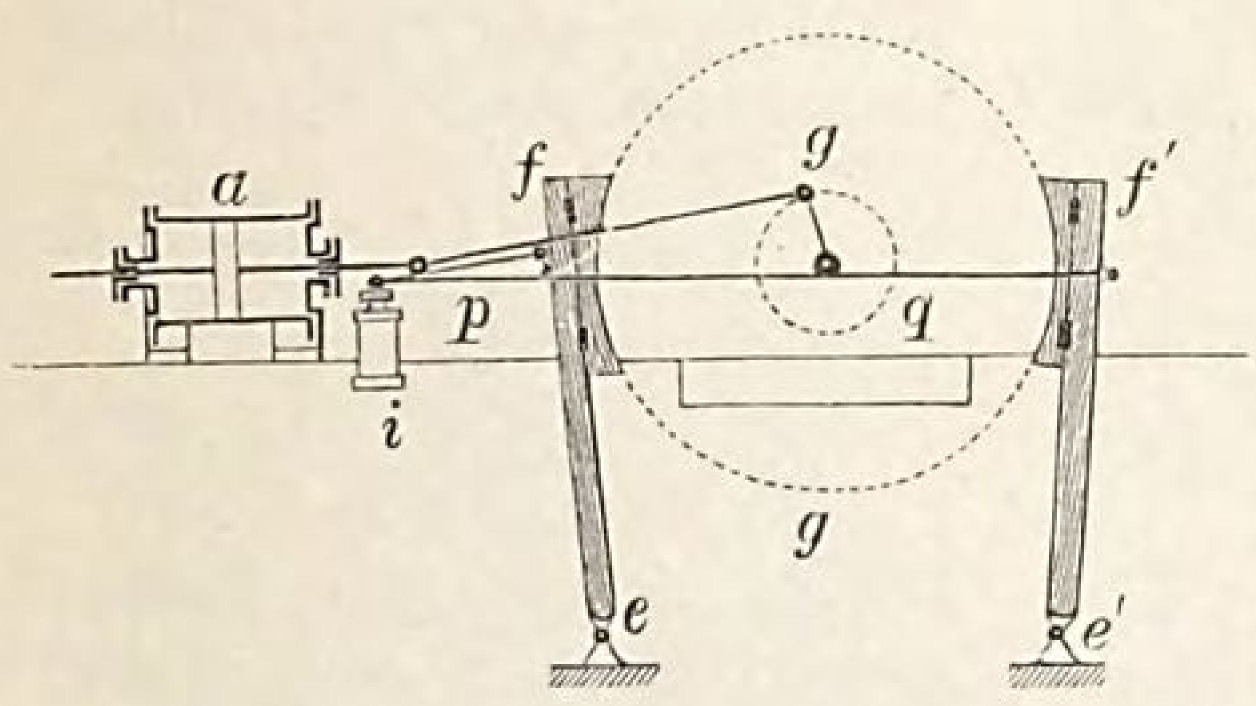
J. Havrez, Notice sur les Progès realisés dans l'Engins d'Extraction. Ebendaselbst 1873. Vol. 33. pag. 86.

Eine sehr schöne Uebersicht in Bezug auf den gegenwärtigen Stand der Sache (Literatur und Beispiele) liefert Serlo im 2. Bande, S. 236 etc. der neuesten (vierten) Auflage (1884) seines Leitfadens zur Bergbaukunde.

1) Die Steuerung geschieht hier durch Ventile, deren Bewegung zur Richtungsveränderung der Drehbewegung des Korbes mit der Stephenson'schen Coulisse (Bd. 3, S. 288) in Verbindung gebracht ist. Man sehe deshalb auch v. Hauer a. a. O. S. 174.

dd, wobei der grösste Durchmesser 9,0 Meter, der kleinste 3,7 Meter, die Korbhöhe eines jeden 2 Meter beträgt. Mit dieser Anordnung gedenkt man 40 bis 60 Scheffel (2000 bis 3000 Kilogramm) Steinkohlen pro Zug aus der Tiefe von 300 Lachter (627 Meter) zu fördern. Die hier in Anwendung gebrachte Backenbremse $efe'f'$ wird (ähnlich Bd. 3, S. 273) durch eine kleine einfach wirkende Dampfmaschine *i* in Thätigkeit gesetzt, wozu die Bremssäulen (Bremsdrückel) *ef* und e_1f_1 durch Zugstangen *p* und *q* mit dem Kreuzkopfe der Dampfmaschine entsprechend in Verbindung gesetzt sind. Manche Berg- und Hütten-Maschinen-Techniker, u. a. v. Hauer[1]) halten den Dampfbremsen für Fördermaschinen keine Lobrede, während dieselben, richtig construirt und aufmerksam gehandhabt, vortreffliche Dienste leisten, da ihre Wirksamkeit rasch und kräftig ist[2]).

Fig. 130.



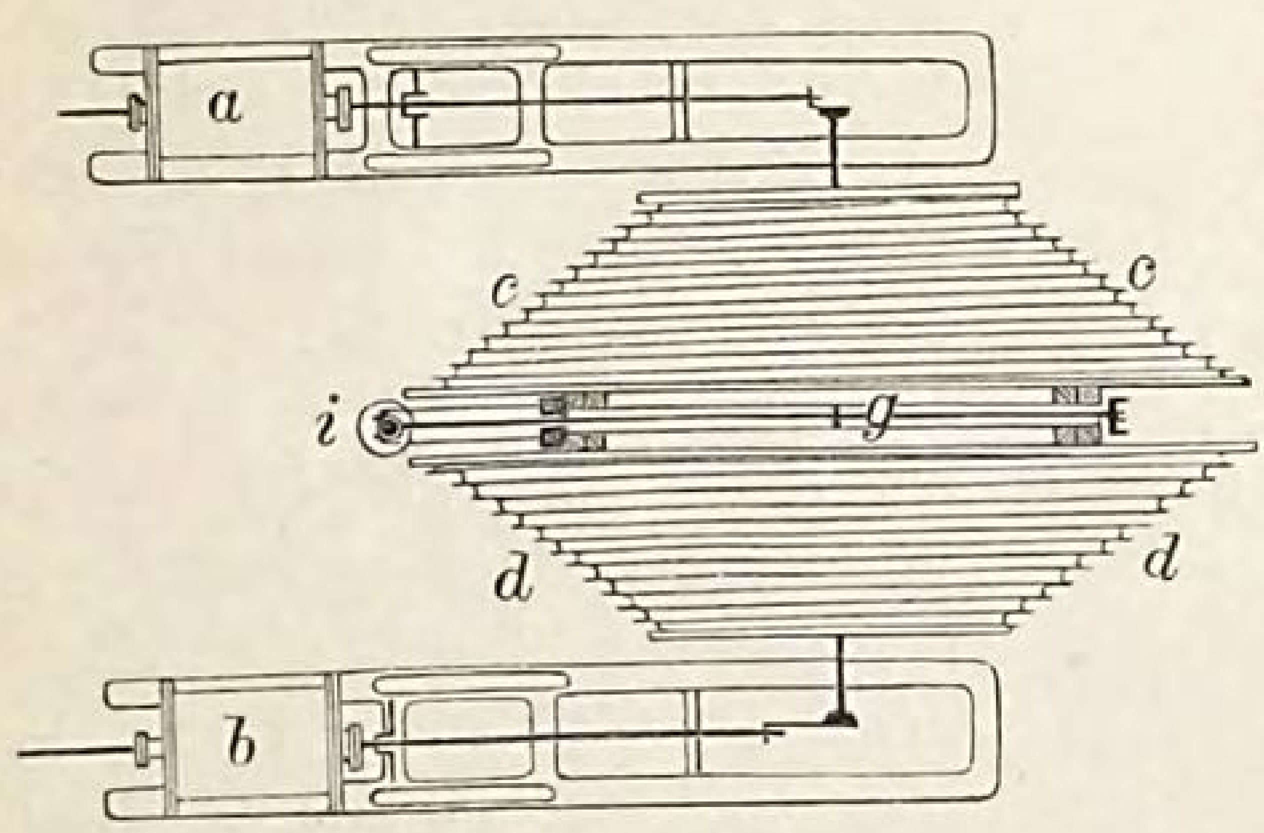


Fig. 131.

Es erübrigt jetzt noch, Einiges über die Seilkörbe mit Spiralkorb nachzutragen. In dieser Beziehung mag voran die Bemerkung Platz finden, dass man in der Praxis (nicht lobenswerth) conische Seilkörbe und Spiralkörbe[3]) unterscheidet, unter ersteren solche kegelförmige Körbe versteht, bei denen sich die Seile dicht neben einander legen, mit letzterem Namen aber sie bezeichnet, wo (wie in den Fig. 129 und 130) die Seilwindungen durch Brettstücke, Rillen ausgehöhlte (aufgenietete) Bahnen aus Blech etc. (Seilrinnen)[4]) derartig von einander getrennt sind, dass sie sich nie berühren können und, wie Fig. 132 erkennen lässt, der Durchmesser *d* des Seiles kleiner ist als die Entfernung (d_2) von Mitte zu Mitte des Seildurch-

1) Die Fördermaschinen der Bergwerke, S. 205.

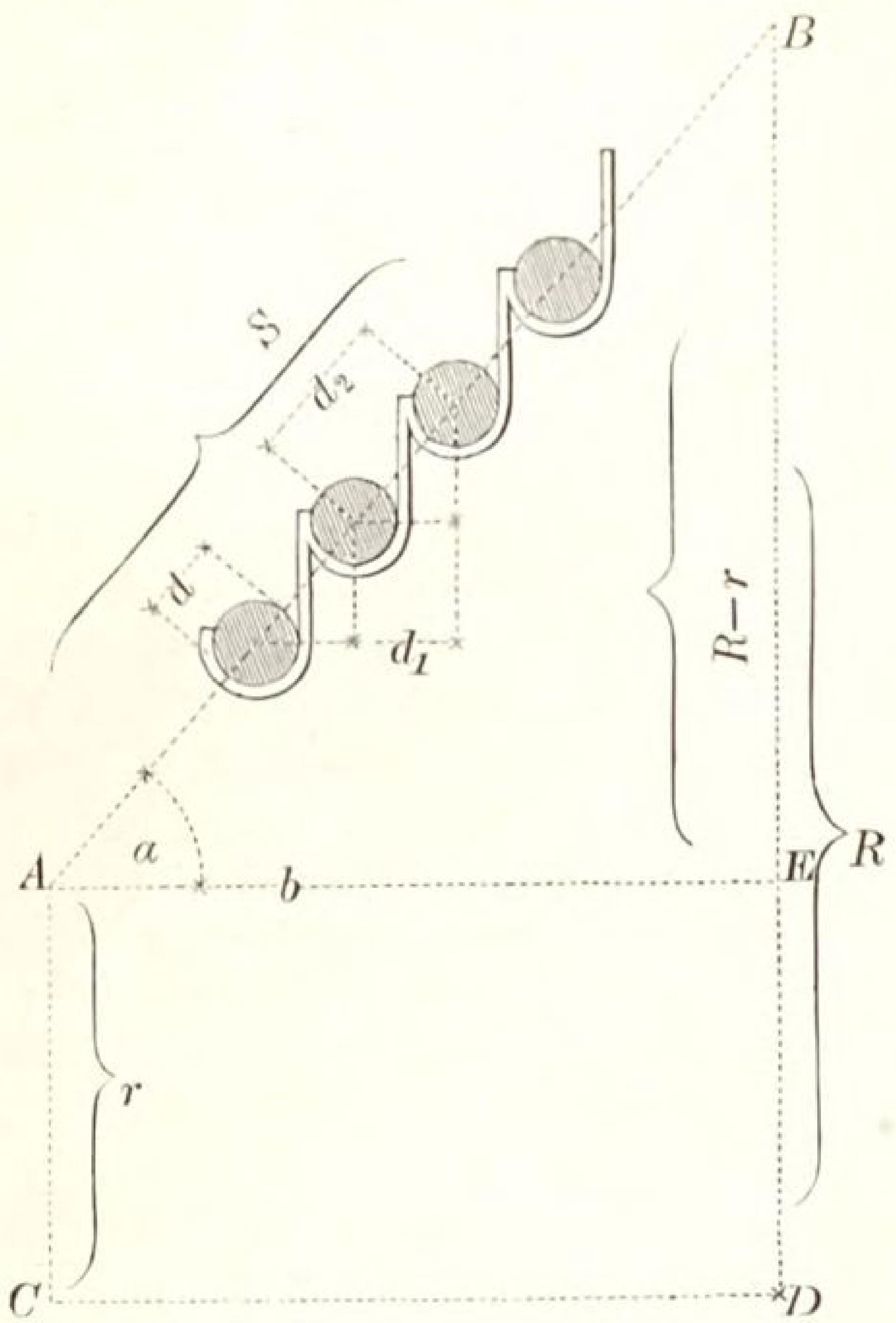
2) Schönemann, Maschinenmeister beim königl. Bergamt Saarbrücken: „Dampfbremsen für Fördermaschinen", Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Jahrgang 1860 (Bd. IV), S. 57.

3) Detailzeichnungen ganz oder theilweis aus Eisen construirter Seilkörbe mit spiralförmigen Seilriemen finden sich besonders in Wiebe's Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Jahrg. 1871, Heft 75, Blatt 6, sowie auch in dem österreichischen (Przibram-Leoben-Schemnitzer) Berg- und Hüttenmännischen Jahrbuche, XX. Bd. (Prag 1872), S. 370, Tafel VII, Fig. 5.

4) Siehe Note 3.

schnittes. Bezeichnet daher α wiederum den Neigungswinkel der Erzeugenden AB des Grundkegels gegen die Korbachse, $AE = b$ die Korbbreite parallel der Drehachse CD, sowie d_1 die Entfernung zweier Seildurchschnittsmitten in horizontaler Richtung unserer Figur gemessen, so hat man, sobald überdies

Fig. 132.



$$d_1 = \frac{7}{5} d = 1{,}4\ d \text{ (im Mittel)}$$

angenommen wird:

$$d_2 = \frac{d_1}{cos.\ \alpha} = \frac{1{,}4\ .\ d}{cos.\ \alpha}.$$

Obwohl sich d (der Seildurchmesser) berechnen lässt, so dürfte es für praktische Zwecke doch angemessener sein, diesen Werth je nach der Förderlast und Teufe aus Erfahrungstabellen zu nehmen, wovon die vorzüglichsten die der Herren Felten & Guilleaume, Seilerei etc. in Köln am Rhein sind, die wir, soweit es hier der Raum gestattet, in umstehenden Tabellen verzeichnen. Der Winkel α kann hier recht gut auf 60 bis 65 Grad steigen. Bei der vorher besprochenen Fördermaschine der westphälischen Steinkohlengrube Pluto (Fig. 131) beträgt dieser Winkel 50 Grad [1]).

1) Eine brauchbare Formel zur Berechnung des Drahtseildurchmessers d oder der Summe $= \Omega$ der Querschnitte aller einzelnen Drähte giebt u. A. Redtenbacher in seinem Werke: „Der Maschinenbauer". Dritter Band. S. 247. Dieselbe ist aus der Gleichung entwickelt:

$$K_1 + \gamma \Omega r = \mathfrak{A} \Omega,$$

wobei $\mathfrak{A} = \frac{1}{7}$ des absoluten Festigkeitscoefficienten (die zulässige Zugspannung) ist, γ das Gewicht eines Kubikmeters Seilmaterial bezeichnet und die übrigen Grössen die frühere Bedeutung (S. 422) haben. Redtenbacher setzt für Metermaasse und für eiserne Drahtseile $\gamma = 8000$, $\mathfrak{A} = 10000000$ (10 Mill.) und nimmt überdies an, dass der Durchmesser $= \delta$ des Drahtes 10 mal kleiner als der Durchmesser d des Seiles ist, endlich dass das Drahtseil aus 36 Drähten besteht. Sodann findet sich:

$$d = \frac{10}{3} \sqrt{\frac{K_1}{\mathfrak{A} - \gamma L}}.$$

Drahtseile für grössere Längen oder Fördertiefen als solche, wo

Tabelle zur Anwendung von Drahtseilen.

Runde Seile						
Durchmesser.	Gewicht per Meter in	Bruchbelastung des Seiles.			Vorstehende Daten beziehen sich nur auf Seile mit nachstehender	
		Eisen geglüht 40 kg. pro qmm. Drahtquerschnitt.	Eisen blank 55 kg. pro qmm. Drahtquerschnitt.	Gussstahldr. 120 kg. pro qmm. Drahtquerschnitt.	Drähtezahl	Drahtdicke in mm.
mm.	kg.					
7	0,15	600	850	1800	24	1,0
9	0,22	900	1250	2700	36	1,0
10	0,26	1060	1500	3200	42	1,0
11	0,31	1240	1700	3720	49	1,0
12	0,40	1630	2230	4900	36	1,2
13	0,46	1900	2600	5700	42	1,2
14	0,52	2220	3050	6660	36	1,4
15	0,70	2890	4000	8670	36	1,6
16	0,82	3040	4660	10120	42	1,6
17	0,86	3330	5050	10980	36	1,8
18	1,05	4270	5900	12810	42	1,8
19	1,10	4520	6200	13370	36	2,0
21	1,30	5280	7600	15830	42	2,0
23	1,60	6370	8800	19100	42	2,2
25	1,85	7030	9700	21100	56	2,0
27	2,30	10550	14530	31660	84	2,0
30	2,85	12060	16600	36190	96	2,0
33	3,45	14590	20060	43770	96	2,2
35	4,40	17930	24620	53780	108	2,3
37	4,50	18850	25920	56540	96	2,5
41	5,55	22760	31370	68290	126	2,4
45	6,20	26110	35910	78330	133	2,5
50	7,80	32760	45090	98200	133	2,8
55	9,55	40160	55200	120500	133	3,1
60	11,50	48300	66360	145000	133	3,4

Die Drahtseile werden in jeder beliebigen Länge in einem Stück geliefert. Felten & Guilleaume fertigen auch Drahtseile aus Gussstahldraht von mehr als 120 kg. und zwar bis zu 200 Kilogramm Bruchlast pro qmm. Drahtquerschnitt.

Der Preis richtet sich nach der Dicke des Drahtes, aus welchem das Seil gemacht ist. —

Frictions-Seilgehänge und Seilfederbüchsen werden auf Verlangen mitgeliefert.

$$L = \frac{\mathfrak{A}}{\gamma} = \frac{10000000}{8000},$$

d. i. $L = 1250$ Meter ist, wären hiernach theoretisch unstatthaft.

Hierzu noch Nachstehendes aus dem bereits citirten Artikel über „Berechnung der Förderseile und der Seilkörbe“ des Professors Riehn in Hannover: Bezeichnet i die Anzahl der Drähte in einem Seilquerschnitt $\Omega = \frac{d^2\pi}{4}$ und ist m ein Coefficient, der für i bis 48, $m = \frac{i}{4}$ und für $i = 49$ und mehr,

Tabelle zur Anwendung von Drahtseilen.

Flache Seile.

Breite in mm.	Dicke in mm.	Gewicht per Meter in kg.	Bruchbelastung: Eisen blank 55 kg. pr. qmm.	Bruchbelastung: Gussstahldr. 120 kg. pr. qmm.	Vorstehende Daten beziehen sich auf Seile mit nachstehender Drähtezahl	Drahtdicke in mm.
35	8	0,80	4200	9100	120	1,0
37	9	0,95	5000	10900	144	1,0
40	10	1,10	5900	12800	168	1,0
45	11	1,35	7400	16300	120	1,2
50	12	1,65	8900	19600	144	1,2
55	13	1,90	10400	22900	168	1,2
60	14	2,40	13300	28900	120	1,8
65	16	2,85	16000	34700	144	2,0
68	16	3,00	17000	37000	120	2,0
75	18	3,70	21000	45000	120	2,0
80	20	4,50	25000	54000	144	2,0
90	22	5,25	29000	63000	168	2,0
105	22	6,00	34000	74000	196	2,0
120	22	7,00	39000	85000	224	2,0
135	25	8,20	44000	97000	256	2,0
150	28	9,20	50000	109000	288	2,0
170	30	10,30	55000	121000	320	2,0
190	33	12,50	67000	146000	320	2,2

Kabel-Seile.

Durchmesser.	Eisendraht 40 kg.				Gussstahldraht 120 kg.			
	Gewicht pr. Meter.	Bruchbelast.	Drähte-		Gewicht pr. Meter.	Bruchbelast.	Drähte-	
mm.	kg.	kg.	zahl.	dicke.	kg.	kg.	zahl.	dicke
26	2,0	8000	96	1,6	2,0	24000	80	1,8
30	2,4	10000	80	2,0	2,4	30000	80	2,0
35	3,0	12000	96	2,0	3,0	36000	96	2,0
40	4,0	15000	120	2,0	4,0	45000	120	2,0
45	5,2	21000	168	2,0	4,8	54000	144	2,0
50	7,4	30000	245	2,0	6,2	68000	180	2,0
57	8,8	37000	294	2,0	7,5	81000	216	2,0
65	11,0	43000	343	2,0	9,0	95000	252	2,0
70	13,7	58000	294	2,5	11,1	111000	294	2,0
80	17,0	67000	343	2,3	13,2	130000	343	2,0

$m = 9,40 + \frac{i}{19}$ ist, so erhielt Riehn aus Vergleichungen von Seilmustern, mit Hülfe graphischer Darstellung, folgende Tabelle:

für $i =$	24	36	48	54	64	72	90	108	120	180	240
$m =$	6	9	12	12,24	12,77	13,20	14,14	15	15,71	18,88	22

Hieraus lässt sich $d = m\delta$ berechnen, vorausgesetzt, dass d und δ in Millimetern

Tabelle zur Anwendung von Hanfseilen.

Runde Seile (ungetheert) aus Rheinischem Schleisshanf.			Kabel-Seile (getheert) aus Rheinischem Schleisshanf.		
Durchmesser in mm.	Gewicht pro Meter. kg.	Arbeitslast 8fache Sicherheit. kg.	Durchmesser in mm.	Gewicht pro Meter. kg.	Arbeitslast 6fache Sicherheit. kg.
16	0,21	200	46	1,65	2250
22	0,32	300	52	2,13	3000
23	0,37	400	65	2,67	3600
26	0,53	500	69	3,70	4500
29	0,64	750	72	4,00	5000
33	0,80	900	78	4,80	6200
36	0,96	1000	85	5,60	7500
39	1,06	1250	92	6,40	8700
46	1,55	1500	98	7,46	10000
52	2,03	2000	105	8,53	12500

Flache Seile (getheert) aus Rheinischem Schleisshanf und Aloë.

Breite in mm.	Dicke in mm.	Gewicht pro Meter in kg.	Bruchbelastung. kg.
92	23	2,35	13500
105	26	3,04	18000
118	26	3,36	20000
130	29	4,26	25000
130	33	4,80	28000
144	33	5,28	31000
157	33	5,60	34000
157	36	6,24	37000
183	36	7,20	43000
183	39	7,84	47000
200	44	9,25	57000
250	46	12,10	76000
310	47	15,00	93000

Der Durchmesser der Seiltrommeln und Seilscheiben muss bei Förderdrahtseilen mindestens 75 bis 100 Mal, bei Kabelseilen wenigstens 20 bis 25 Mal grösser sein als der Seildurchmesser.

Bei Förderdrahtseilen nimmt man die Bruttoförderlast einschliesslich des Gewichtes der im Schachte hängenden Seillänge zu $^1/_{10}$, bei Kabelseilen die zu hebende Last inclusive Seilgewicht zu $^1/_6$ bis $^1/_5$ der Bruchbelastung an.

Statt der Spiralkörbe[1]) wendet man seit Einführung der Flach- oder Band-Seile sehr häufig cylindrische Spulen (Robinen) an, wobei eine (hinreichende) Ausgleichung des Seilgewichtes durch die beziehungsweise zu- und abnehmende Dicke der übereinander sich wickelnden Seillagen erfolgt, derartig, dass

gemessen werden. Für die Redtenbacher'sche Annahme, dass $i = 36$, würde sonach $\frac{d}{\delta} = 9$ oder $d = 9\,\delta$ sein.

1) Unter Voraussetzung eines Spiralkorbes mit Seilrinnen (Fig. 132) gestalten sich die, Seite 136 (Note) entwickelten, Formeln wie folgt:

Nach bekannten Sätzen der Geometrie erhält man für die Mantelfläche $= M$ eines mit der Grundfläche parallel abgekürzten Kegels (unter Beibehaltung der früheren Bezeichnungen) $M = 2\,\pi\,\varrho\,.\,s$. Offenbar muss aber auch $M = L\,.\,d_2$ sein (wenn L die Seillänge oder die Schachttiefe ist, aus welcher gefördert wird), so dass man erhält:

$$2\,\varrho\,\pi\,.\,s = L\,.\,d_2.$$

Hier die früheren Werthe $\varrho = \frac{R + r}{2}$, $s = \frac{R - r}{sin.\,\alpha}$ und $d_2 = \frac{1{,}40\,.\,d}{cos.\,\alpha}$ substituirt, giebt:

$$r = \sqrt{\frac{1{,}40\,.\,L\,.\,d}{\pi\,cotg.\,\alpha\left[\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1\right]}}.$$

Da nun

$$\frac{R}{r} = \frac{K_1 + K_2 + 2\,q\,L}{K_1 + K_2}$$

ist, so sind alle Data ermittelt, um die Dimensionen des Spiralkorbes mit Seilrinnen für einen bestimmten Fall zu berechnen. Wir wählen hierzu ein Riehn-sches Beispiel (a. a. O. S. 35), woselbst ist:

$$K_1 = 2400 \text{ Kilogr.},\quad K_2 = 1400 \text{ Kilogr.},$$

folglich

$$K_1 + K_2 = 3800 \text{ Kilogr.},$$
$$L = 360 \text{ Meter},$$
$$qL = 1400 \text{ Kilogr.},$$
$$\alpha = 45^0 \text{ und } d = 0{,}036 \text{ Meter}.$$

Hiernach berechnet sich zuerst:

$$\frac{R}{r} = \frac{3800 + 2\,.\,1400}{3800} = 1{,}73.$$

Sodann:

$$r = \sqrt{\frac{1{,}40\,.\,360\,.\,0{,}036}{3{,}14\,.\,cotg.\,45^0\,[(1{,}73)^2 - 1]}} = 1{,}70^{\,m.}$$

und

$$R = 1{,}73\,.\,r = 2{,}401^{\,m.}$$

Ferner erhält man:

$$s = \frac{R - r}{sin.\,\alpha} = 1{,}75^{m},\quad b = s\,cos.\,\alpha = 1{,}273^{\,m.}$$

Endlich ergiebt sich für die Anzahl Windungen $= n$ eines Korbes:

$$n = \frac{L}{\pi\,(R + r)} = 24{,}7.$$

von den vorhergehenden Bezeichnungen R der Halbmesser der Seilmasse ist, wenn sich auf die Spule (Bobine) die ganze Seillänge B aufgewickelt hat, während r den Halbmesser der Spule selbst bezeichnet.

Die vorher für Spiralkörbe aufgestellten Formeln lassen sich daher auch für Spulen und Flachseile (Bänder) brauchen, sobald man dort $\alpha = 90$ Grad setzt und mit d die Dicke des Flachseiles bezeichnet[1]).

Als Repräsentanten einer Förderung mittelst flacher Draht- oder Bandseile entlehnten wir dem bereits früher citirten Cockerill'schen Werke[2]) die Figuren 133 und 134.

Fig. 133.

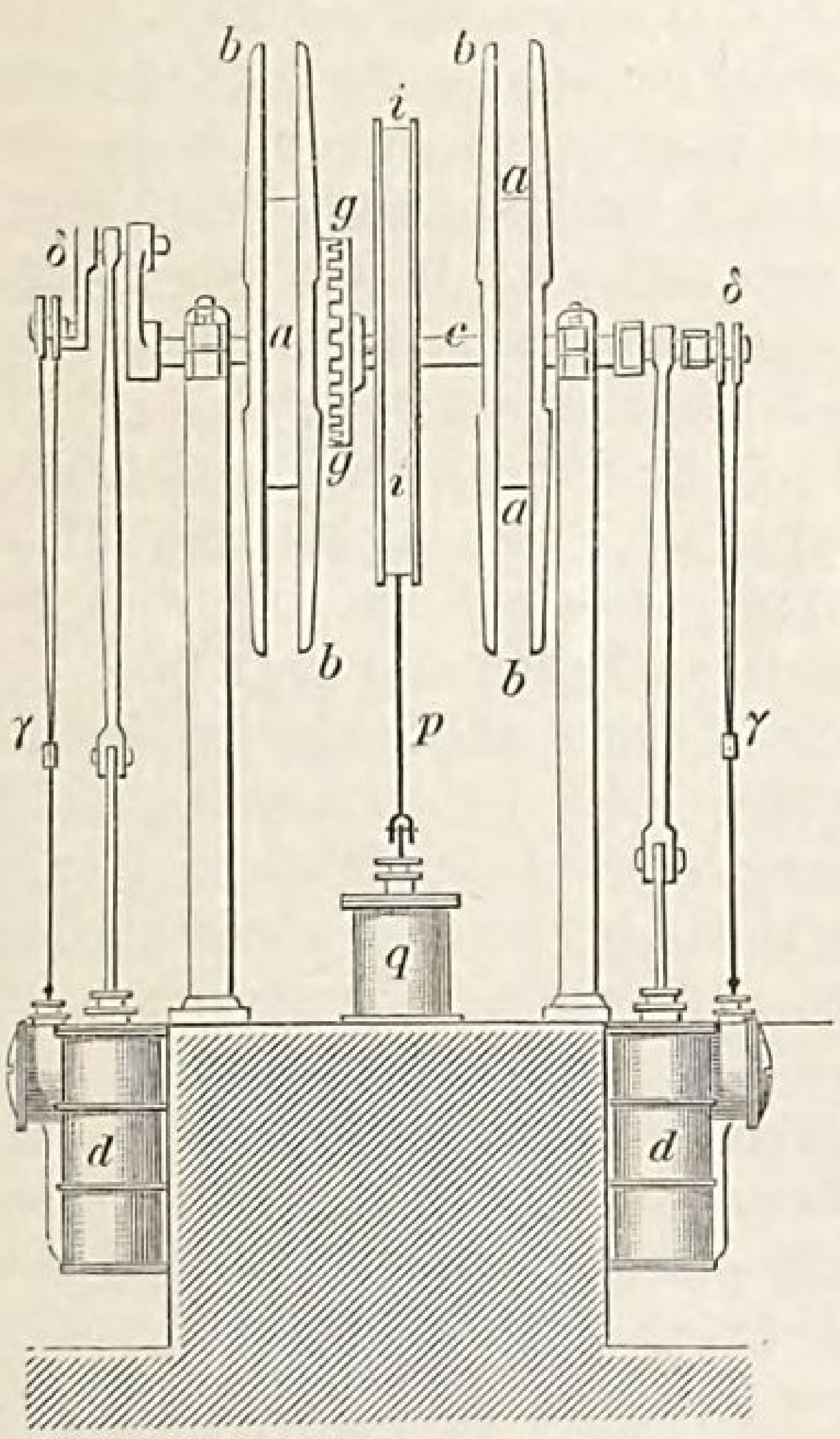
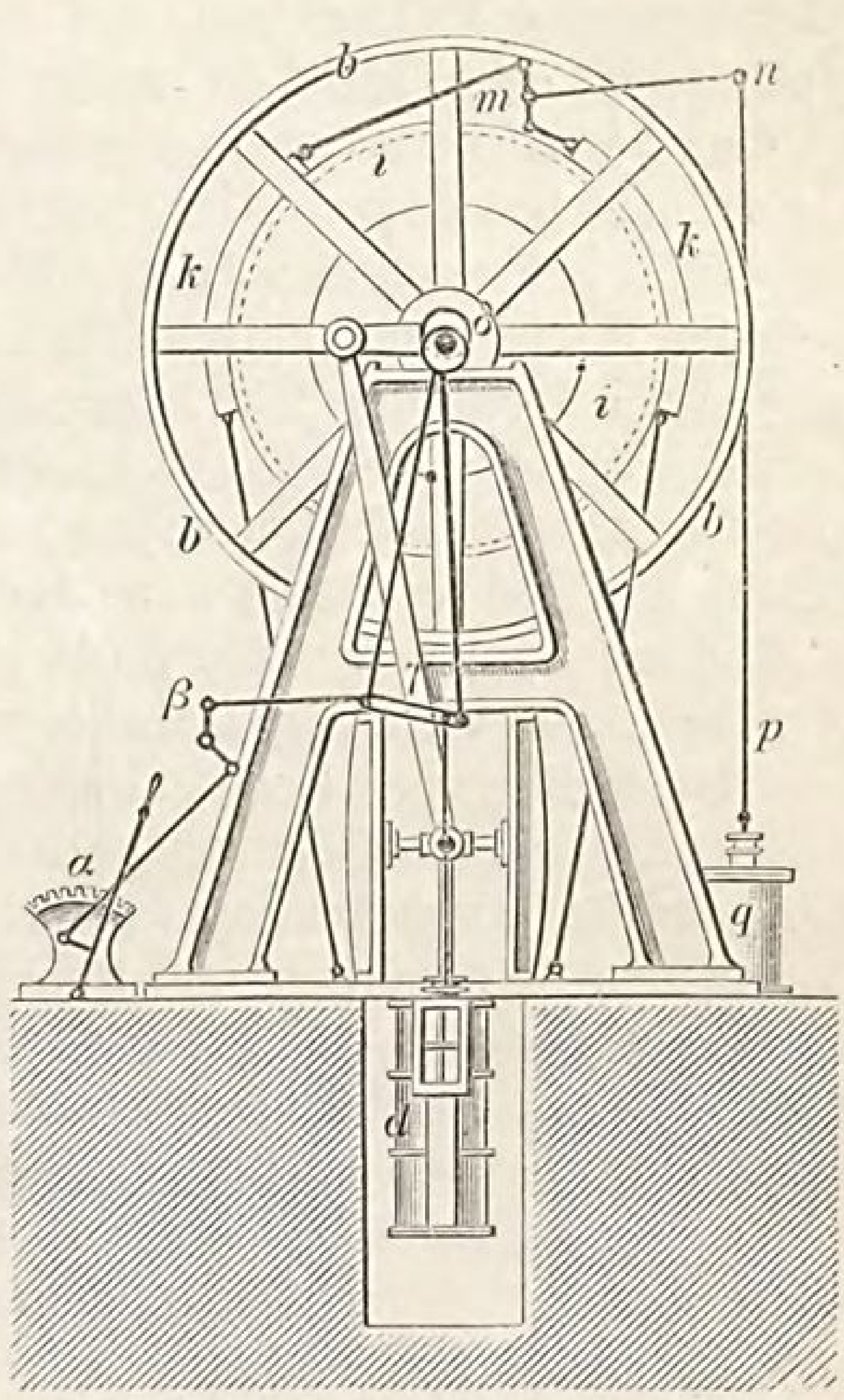


Fig. 134.



Diese Maschine fördert Steinkohlen aus 450 Meter Tiefe, wobei die Kohlenladungen von 1500 bis 1800 Kilogr. differiren. Die beiden gekuppelten Dampfmaschinen $d\,d$ entwickeln dabei eine Arbeit von 80 Maschinenpferden.

1) Man sehe auch den mit „Flache Seile" überschriebenen Abschnitt der Felten & Guilleaume'schen Tabelle (S. 142).

2) Portefeuille John Cockerill. 3e Vol. Pl. 19 et 20.

Noch andere Förder-Dampfmaschinen mit Spulen für Band-Drahtseile enthält dasselbe Werk (ebenfalls 3e Vol.) folgende:

Pl. 39 und 40. Zwillingsdampfmaschinen von 120 Pferdekraft mit gegen den Horizont geneigten Cylindern nach unten auf einen und denselben Krummzapfen arbeitend.

Die gusseisernen Kerne *a* der Spulen haben 1,70 Meter Durchmesser und sind so mit Rosetten versehen, dass darin 8 hölzerne Arme befestigt werden können, die man ausserhalb durch leichte eiserne Reifen *b* verbunden hat. Die Hauptwelle *c* der ganzen Maschinerie besteht aus Gussstahl und ist zweitheilig angeordnet und derartig mit einer sogenannten Zahnkuppelung *g* ausgerüstet, dass man beliebig mit einer oder mit beiden Spulen arbeiten kann. Zur Rück- und Vorwärtssteuerung der Dampfmaschinen hat man die Stephenson'sche Coulisse γ in bekannter Weise (Bd. 3, S. 288 und S. 353, zweite Auflage) mit den Kreisexcentriks $\delta\delta$ und mit dem Handhebelwerke α in geeignete Verbindung gebracht [1]).

Die hierbei benutzte Backenbremse *ik*, wobei die Bremsscheibe *i* einen Durchmesser von 3 Meter hat, wird durch eine besondere einfach wirkende Dampfmaschine *q* in Thätigkeit gesetzt, wobei die Verbindung der Kolbenstange *p* mit dem betreffenden Hebelwerke *mn* hinlänglich aus unserer Skizze erhellt.

Die hier gewählte verticale Aufstellung der Hauptmaschinerie statt der sonst stabilern horizontalen (Fig. 130 und 131) wird in dem unserer Quelle beigefügten Texte damit entschuldigt, dass hierzu mancherlei Umstände, insbesondere der Platzmangel in horizontaler Richtung, veranlassten.

Hinsichtlich der Frage, ob Spulen mit Bandseilen den Spiralkörben mit Rundseilen zum Schachtfördern vorzuziehen sind oder nicht, neigt sich die Mehrzahl der Sachverständigen zu Gunsten der Spiralkörbe, natürlich immer vom Einflusse localer Verhältnisse in speciellen Fällen abgesehen [2]).

Nicht gering sind die Vortheile, welche Spulen und Flachseile hinsichtlich des geringen Biegungswiderstandes der Seile, der verhältnissmässig leichten und kleineren Seilkörbe, der Seilgewichtsausgleichung ohne Weiteres, des Nahestellens der Fördermaschine an den Schacht etc. [3]) bieten, dem gegenüber aber auch von den Spiralkörben und Rundseilen die grössere Dauerhaftigkeit und

Pl. 42—43. Zwillingsdampfmaschine von 40 Pferdekraft, mit vertical gestellten, zum Theil in's Fundament gesenkten Cylindern.

Pl. 53 und 54. Eincylindrige Dampfmaschinen von 80 Pferdekraft mit horizontal liegenden Cylindern und Zahnradvorgelege zwischen den Spulen und der Dampfmaschine.

1) Gute Abbildungen von Förderdampfmaschinen deutscher Bergwerke finden sich namentlich (ausser bei Wiebe a. a. O.) in der „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte". Jahrg. 1855, Bl. 5 und 12; 1859 Bl. 18ab; 1862, Bl. 3 und 18ab; ferner 1864, Bl. 36b.

2) Albert Serlo, „Leitfaden für Bergbaukunde". Zweiter Band. Vierte Auflage. S. 236. Berlin 1884.

J. Hrabák, Förderung von jährlich 2 Millionen Centner aus einer Seigertiefe von 600 Wiener Klafter (3600 Wiener Fuss = 1137,6 Meter) beim Albertschachte des Przibramer Adalbertschachtes. Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. österr. Bergakademie zu Przibram und Leoben. 20. Band. S. 290. Prag 1872.

W. Riehn, Ueber Berechnung der Förderseile und der Seilkörbe. Zeitschr. für Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preuss. Staate. Jahrg. 1872. S. 239.

3) v. Hauer, Fördermaschinen etc., S. 197, ist den Spiralkörben und Rundseilen weniger günstig.

leichtere Anfertigung gerühmt werden muss. Hierbei ist noch ganz unbeachtet gelassen, dass es geradezu unmöglich ist, ein Bandseil so anzufertigen, dass sämmtliche Drähte desselben gleichmässig angespannt sind, dass die unteren Windungen der Bandseile auf den Spulen von den darüber gewickelten kolossale und nachtheilige Drucke auszuhalten haben, ein theilweises Versenken der Seilschläge in einander Statt hat etc. Zur Beseitigung der Streitfrage, ob Spiralkörbe oder Spulen bei Schachtförderungen benutzt werden sollten, sieht man oft von jeder Seilgewichtsausgleichung ab und verwendet für Schächte von verhältnissmässig geringer Tiefe 50 bis 70 Lachter (100 bis 140 Meter)[1]) immer

1) Nach Riehn (a. a. O. S. 26) soll man cylindrische Körbe nur für Schachttiefen bis zu 100 Meter anwenden, wenn man Eisendrahtseile benutzt und nicht über 140 Meter Schachttiefe gehen bei Verwendung von Stahldrahtseilen.

Nach Serlo „Bergbaukunde", zweiter Band, vierte Auflage (1884), S. 326 hat man auf einem Schachte der Grube Dudweiler bei Saarbrücken die cylindrischen Seiltrommeln von 3,25 Meter abgeworfen und spiralförmige von 7,689 Meter grösstem und 2 Meter kleinstem Durchmesser eingebaut, wodurch man nicht nur an Kohlen zur Feuerung erspart, sondern auch im Stande ist, die Dampfmaschine voll auszunutzen und das doppelte Förderquantum zu leisten. Auch auf anderen Gruben bei Saarbrücken, z. B. Heinitz, sollen sich derartige Seilkörbe finden. Aus Westphalen werden (nach von Serlo angegebenen Quellen) Dimensionen von 4,865 Meter kleinstem und 10,357 Meter grösstem Durchmesser angegeben; dabei erhält jeder Korb eine Spirale von 25 Ringen aus 52 Millimeter breitem Winkeleisen und ist 1,622 Meter breit, so dass sie für eine Tiefe von 525 Meter völlig ausreichen. Auch in England soll man (ebenfalls nach Serlo'schen Quellen) wiederholt die Erfahrung gemacht haben, dass die Umwandlung cylindrischer Seilkörbe in spiralförmige für die Leistungsfähigkeit und den ökonomischen Effekt von grösster Bedeutung gewesen ist. An anderen Stellen soll man Spiralkörbe durch cylindrische Körbe ersetzt haben (insbesondere nach Broja in der Preuss. Zeitschr. für B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22 (B), S. 162).

Für grosse Schachttiefen wird (neuerdings) die Anwendung der nach unten verjüngten Stahlseile auf cylindrischen Seilkörben (Riehn in der Preuss. Zeitschr. für B.-, H.- u. S.-Wesen, Bd. 20, Jahrg. 1872, S. 280) empfohlen. Ein besonders bemerkenswerther Fall dieser Art ist die bereits (oben, S. 136 in der Note) bezeichnete Anlage für den über 1000 Meter tiefen Albertischacht bei Przibram (Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Wien 1875, S. 97).

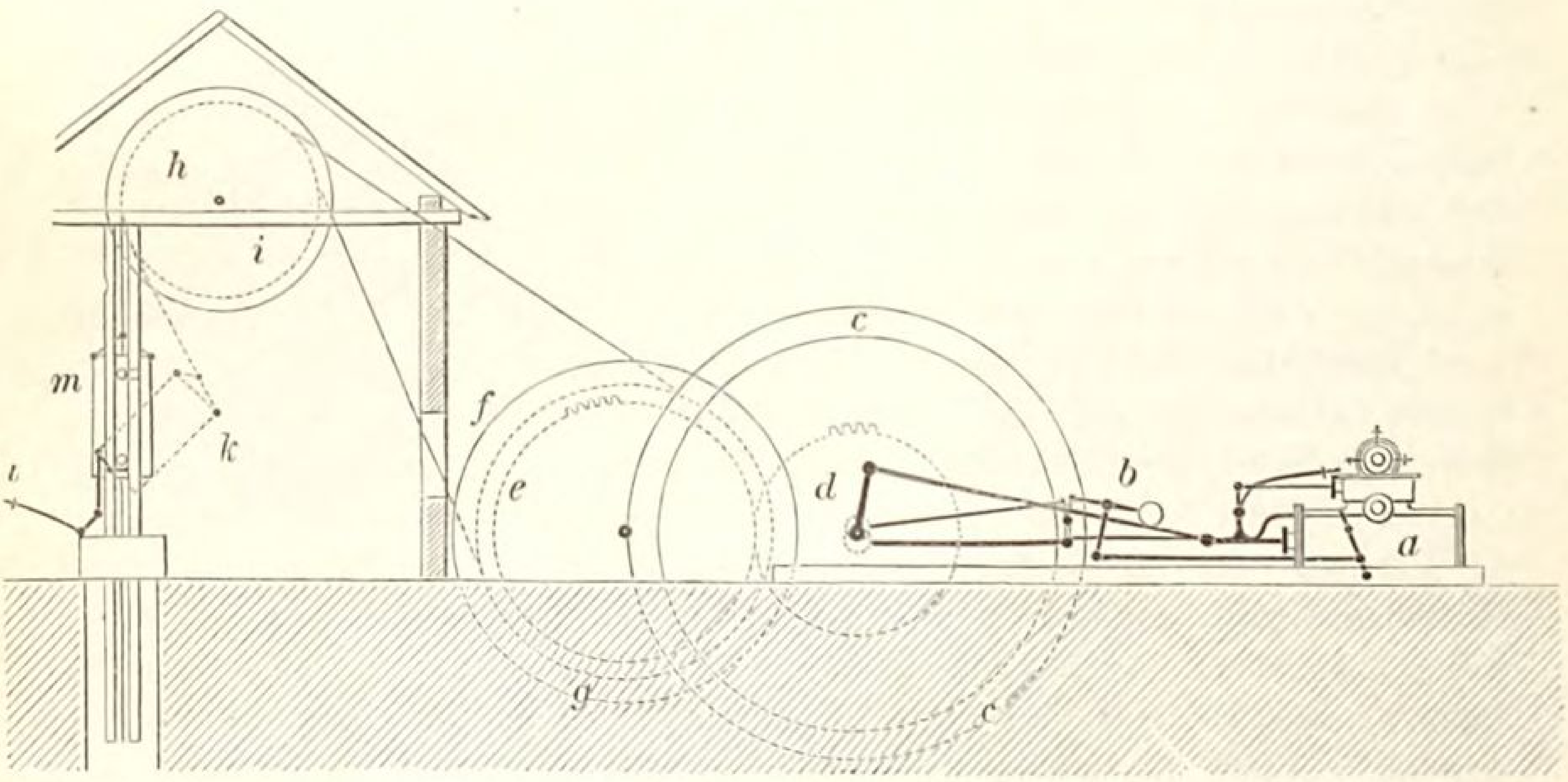
Erwähnt zu werden verdient noch (die jetzt zuweilen belobte) Methode der Ausgleichung mittelst besonderer Seile oder Ketten. Empfohlen wird namentlich die Ausgleichungs-Methode des Herrn Köpe, welcher ein Seil ohne Ende benutzt, worüber in der Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1878, S. 124, 185 und 201 Mittheilungen gemacht werden.

In allerjüngster Zeit hat sich v. Hauer bemüht, die Seilausgleichung durch veränderliche Bahngefälle bei geneigter Förderung durch die Gleichgewichtscurve (als Bahnlinie) zu bewirken, wie dies bereits (am Ende des 17. Jahrhunderts) für Klappbrücken theoretisch von Hospital und besonders von Johann Bernoulli erörtert wurde. Letzterer Mathematiker zeigte bereits, dass die betreffende Bahncurve zur Familie der Cykloiden gehört (man sehe hierüber auch meine „Geschichte der theoretischen Maschinenlehre", S. 146 ff.).

noch cylindrische Körbe mit Vortheil. Offenbar ist ihre Construction die einfachste und wohlfeilste und zwar selbst dann noch, wenn man ihre Umfänge (Mäntel) mit Spiralnuten versieht und ein gleichmässiges Seilaufwickeln durch geeignete Mechanismen herbeiführt (wie beim Gerstner'schen Spiralkorbe, S. 136, oder durch eine hin- und hergehende Schraube, wie u. a. beim Dampfgöpel der Steinkohlengrube v. d. Heydt bei Saarbrücken)[1]).

Die Disposition eines Dampfgöpels mit cylindrischem Seilkorbe, wie solche beim sächsischen Bergbaue (namentlich in der Umgegend von Freiberg) mehrfach in Anwendung sind, lassen die Figuren 135 und 136 erkennen, welche

Fig. 135.



einem schönen in Freiberg gefertigten Modelle der königl. technischen Hochschule in Hannover entnommen sind[2]).

v. Hauer's interessanter Artikel findet sich (ausführlich) in dem 31. Bande (1883), S. 1, des Berg- und Hüttenmännischen Jahrbuches der Bergakademien in Leoben, Przibram und Schemnitz, so wie auszugsweise in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1884, S. 246. (Nach einer Mittheilung des Docenten Rauscher).

1) Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussisschen Staate. Bd. X. (1862), S. 294.

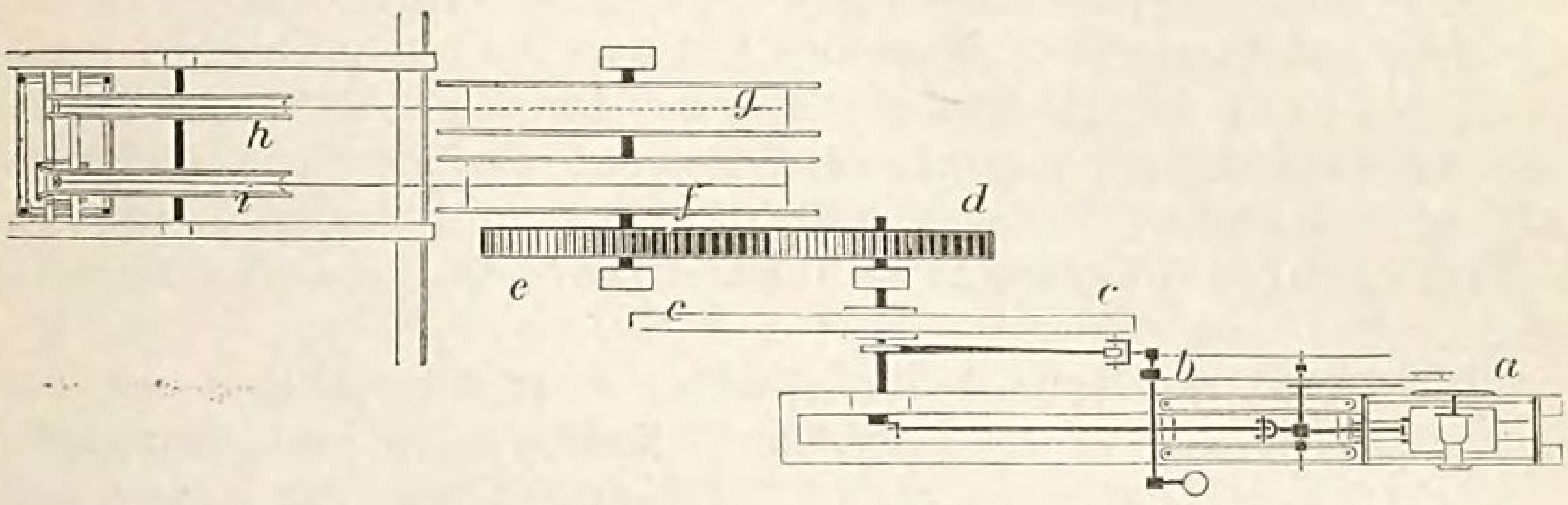
A. Serlo macht (a. a. O. Bd. 2, S. 238) auf eine besondere Vorrichtung von Craven in Wakefield aufmerksam, welche die Seiltrommeln während ihrer Umdrehung langsam verschiebt und wodurch das Seil gezwungen wird, stets senkrecht zur Trommel aufzulaufen.

2) Auch Weisbach beschreibt einen solchen Dampfgöpel. Ing.-Mechanik. Dritter Theil. Zweite Auflage. Zweite Abtheilung, S. 181.

Ausführliches über Leistungen und Förderkosten der Göpel im Freiberger Bergrevier liefert Braunsdorf in den Freiberger Jahrbüchern f. d. Berg- und Hüttenmann von 1857, S. 190 ff.

Die Betriebsdampfmaschine mit horizontalliegendem Cylinder *a* hat einen Kolben von 22 Zoll (sächs.)[1]) Durchmesser und von 46 Zoll Hub und ist mit einer Stephenson'schen Coulisse zum Umsetzen der Bewegung ausgestattet. Durchschnittlich macht die Welle des Schwungrades *c* 24 Umdrehungen pro

Fig. 136.



Minute, wobei der Dampf eine Pressung von circa $2^1/_2$ Atmosphären Ueberdruck hat. Die cylindrischen Seiltrommeln (Seilkörbe) *f* und *g* haben $8^1/_2$ Fuss Durchmesser und (nur) 2 Fuss Breite.

Zwischen der Schwungradwelle und der Seiltrommelwelle ist ein Zahnradvorgelege eingeschaltet, dessen Zähnezahl beziehungsweise 49 (*d*) und 85 (*e*) ist, so dass sich die Tourenzahl der Seiltrommeln zu $24 \cdot \frac{49}{85} = 13{,}95$, d. i. zu fast 14 pro Minute herausstellt.

Das Schwungrad *c* ist an seiner unteren Hälfte mit einer (in unserer Abbildung weggelassenen) schmiedeeisernen Bandbremse ausgestattet, welche sich durch einen Fusstritt des Maschinenwärters in Thätigkeit setzen lässt. Die Anordnung der zur Seilleitung bestimmten Scheiben *h* und *i* bedürfen wohl ebensowenig einer besonderen Erörterung, wie die Sturzvorrichtung *l m* der Fördertonne *k*.

Die mittlere Geschwindigkeit, womit hier das Fördern der Tonnen *k* erfolgt, würde sich zu etwa $6^1/_2$ Fuss sächsisch oder zu 1,80 Meter berechnen, was verhältnissmässig sehr gering ist und wofür Weisbach[2]) beim Dampfgöpel des Davidschachtes auf Himmelfahrt-Fundgrube 7,9 Fuss sächsisch oder 2,2 Meter angiebt. Offenbar stammen diese geringen Geschwindigkeiten aus der Zeit der Aufstellung dieser Dampfgöpel, die bei den citirten Maschinen Anfang der fünfziger Jahre zu sein scheint. Redtenbacher[3]) räth schon Fördergeschwindigkeiten bis zu 4 Meter pro Secunde, wenn die Tonne, die Fahrbühne etc. in einer verlässlichen Führung auf- und absteigt. Neuerdings geht man noch weiter. A. Serlo[4]) berichtet von Fördergeschwindigkeiten bei Dampfgöpeln von 6 bis 10 Meter pro Secunde. Letztere Angaben stimmen mit den

1) 1 sächs. Fuss = 0,283 Meter. 1 Meter = 3,53 Fuss sächs.
2) a. a. O. Bd. 3, S. 564.
3) Der Maschinenbau. Bd. 3, S. 249.
4) Bergbaukunde. Bd. 2, vierte Auflage, S. 230 ff.

Annahmen Hrabák's, der bei seinem Spiralkorbentwurfe[1]) die Fördergeschwindigkeit zu 24 Fuss = 7,6 Meter annimmt.

Nach Serlo[2]) fördert in England die Rose bridge colliery sogar mit einer Geschwindigkeit von 13,4 Meter pro Secunde. Im Camphauser Schachte Nr. I bei Saarbrücken wird mit einer Seilgeschwindigkeit von 10 Metern pro Secunde gefördert etc.

Zum Schlusse unserer Mittheilungen über neuere Dampfgöpel haben wir noch eines sehr beachtenswerthen Aufsatzes des österreichischen Berg-Ingenieurs Poech im 31. Bande (1883) des Berg- und Hüttenmännischen Jahrbuches der k. k. Bergakademien Leoben, Przibram und Schemnitz unter der Ueberschrift zu gedenken: „Das Förder- und Transportwesen des Steinkohlen-Bergbaues in Deutschland, Belgien und Frankreich".

Der Rubrik „Fördermaschinen" (daselbst S. 48 ff.) entlehnen wir, zur Vervollständigung des Vorstehenden, noch Notizen über zwei französische Dampfgöpel mit Anwendung von Flachseilen und Bobinen.

Fig. 137.

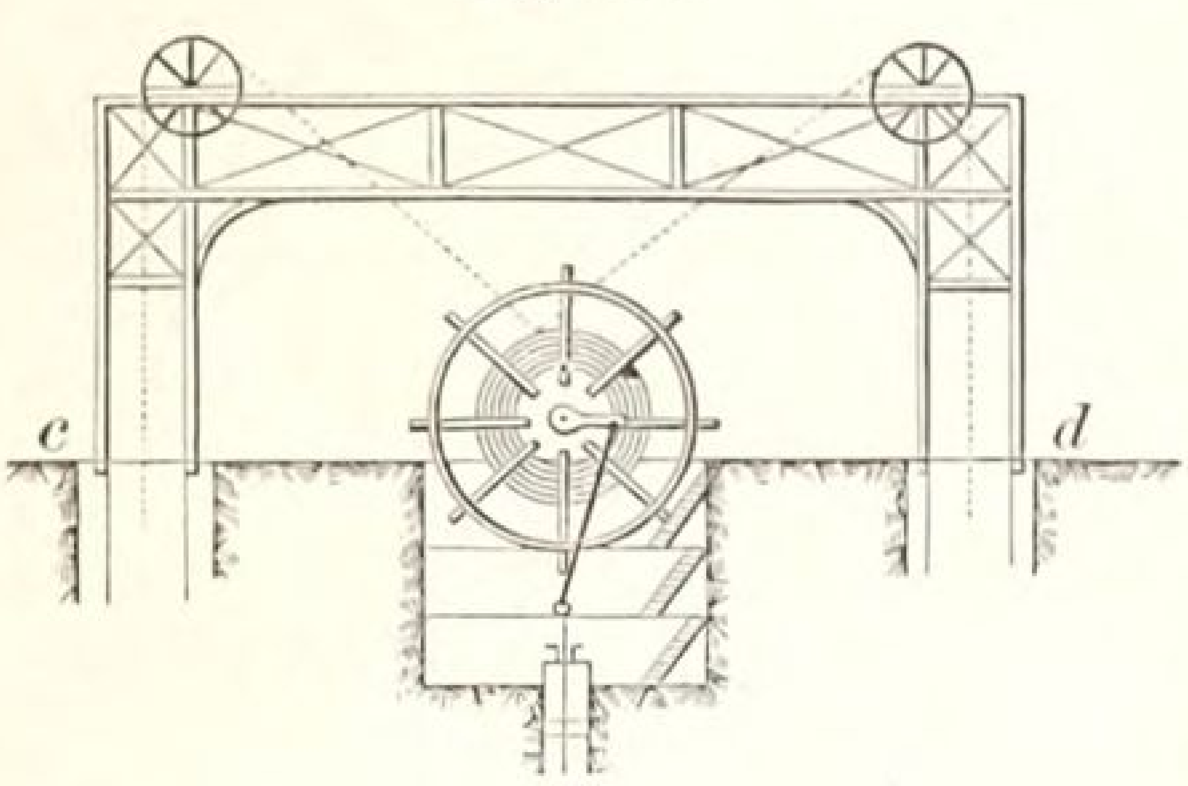
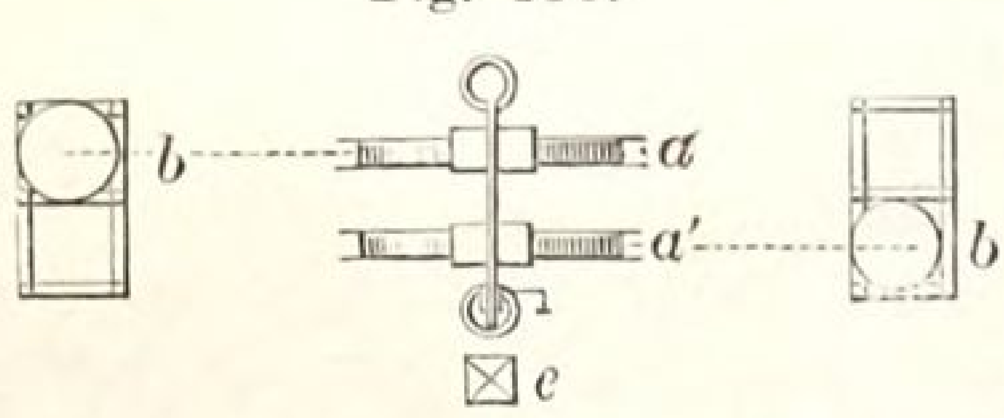


Fig. 138.



Die erste Anordnung Fig. 137 und 138 (Auf- und Grundriss) sind Skizzen einer grossen Anlage des Devillaine-Schachtes, unweit Saint-Etienne, wobei die Doppelförderung von einer vertikalen Dampfmaschine besorgt wird.

Von den Bobinen *aa'* gehen Aloë-Seile (die, beiläufig erwähnt, in Belgien und Frankreich sehr verbreitet sein sollen)[3]) zu den etwas seitlich gegen einander verstellten, kreisrund gemauerten Schächten *b b'*. Der Maschinenführer steht im Niveau des Auslaufes bei *e*, die Dampfcylinder befinden sich entsprechend tiefer. Das ganz aus Eisen construirte Hauptgerüst steht mit seinen zwei Füssen über den Schächten und geht brückenartig über die Bobinen hinweg.

Eine ebenfalls mit Bobinen ausgestattete Fördermaschine, wobei die Dampfmaschinen *b b'* schräg liegende Cylinder besitzen, sogenannte Zwillings-

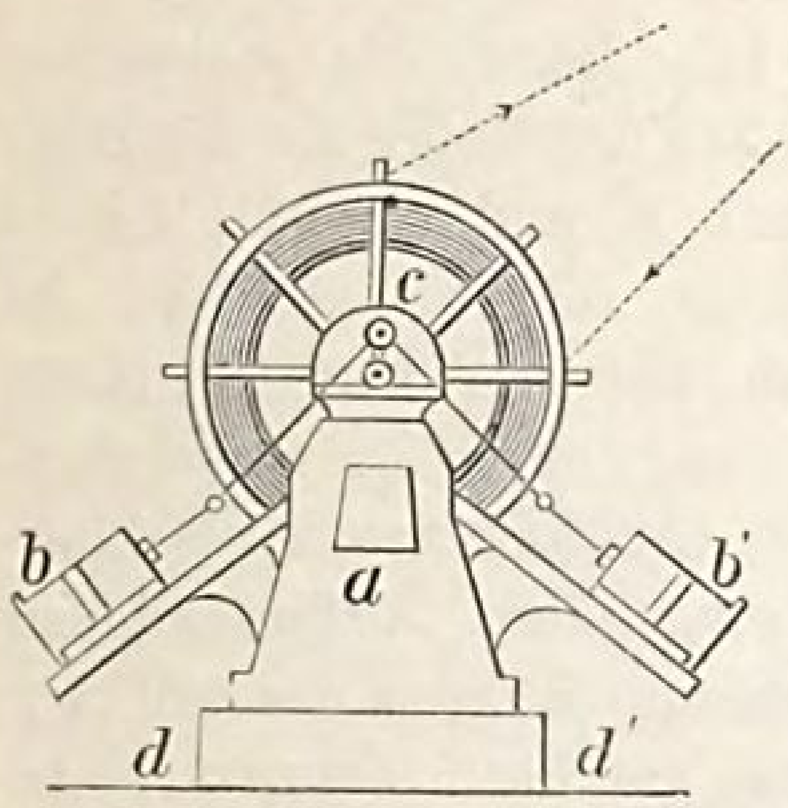
1) Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. Bergakademien zu Schemnitz, Leoben und Przibram für das Studienjahr 1869/70. XX. Bd.

2) Serlo, Leitfaden zur Bergbaukunde. 2. Band. 4. Auflage. S. 230 und 231.

3) Serlo (a. a. O.) II, S. 138 ff. Nach Felten und Guilleaume wiegen Aloë-Seile bei gleichen Dimensionen etwa $^1/_4$ weniger als Hanf, haben aber $^1/_3$ geringere Tragkraft.

maschinen bilden, zeigt die folgende Skizze Fig. 139, welche der Aufstellung des Schachtes Verpilleux der Société anonyme de St. Etienne entlehnt sind.

Fig. 139.



Auf einem entsprechend geformten colossalen Gusseisengerippe *a* ruhen die Dampfcylinder *b b'*, deren Pleuelstangen hart neben einander an dem Krummzapfen der Bobinenwelle *c* angreifen; der Maschinenführer hat seinen Standplatz auf einer eisernen Plattform im Niveau *c*, ungefähr 6 Meter über dem Fussboden *d d'*.

Um auch der durch Wasserräder betriebenen Schachtfördermaschinen, soweit es hier Zweck und Raum gestatten, zu gedenken, wählen wir zwei geeignete Beispiele, beziehungsweise des sächsischen (Freiberger) und des Harzer (Clausthaler) Bergbaues.

Ueber ersteren Fall berichtet Weisbach[1]), während das zweite Beispiel sich auf die Förderung der Grube Dorothea bezieht, wovon sich ein sehr schönes (in Clausthal gebautes) Modell in der Maschinen-Sammlung der königlichen technischen Hochschule in Hannover befindet.

In beiden Fällen sind die Betriebsmaschinen Kehrräder, d. h. oberschlägige Wasserräder, deren Breite (lichte Weite) in zwei Abtheilungen (Hälften) gesondert ist, die mit einander entgegengesetzter Beschauflung ausgestattet sind, so dass man nur auf die eine oder die andere Hälfte das Betriebswasser zu leiten nöthig hat, um die Umdrehung nach rechts oder links geschehen zu lassen, je nachdem dies die Förderung nothwendig macht.

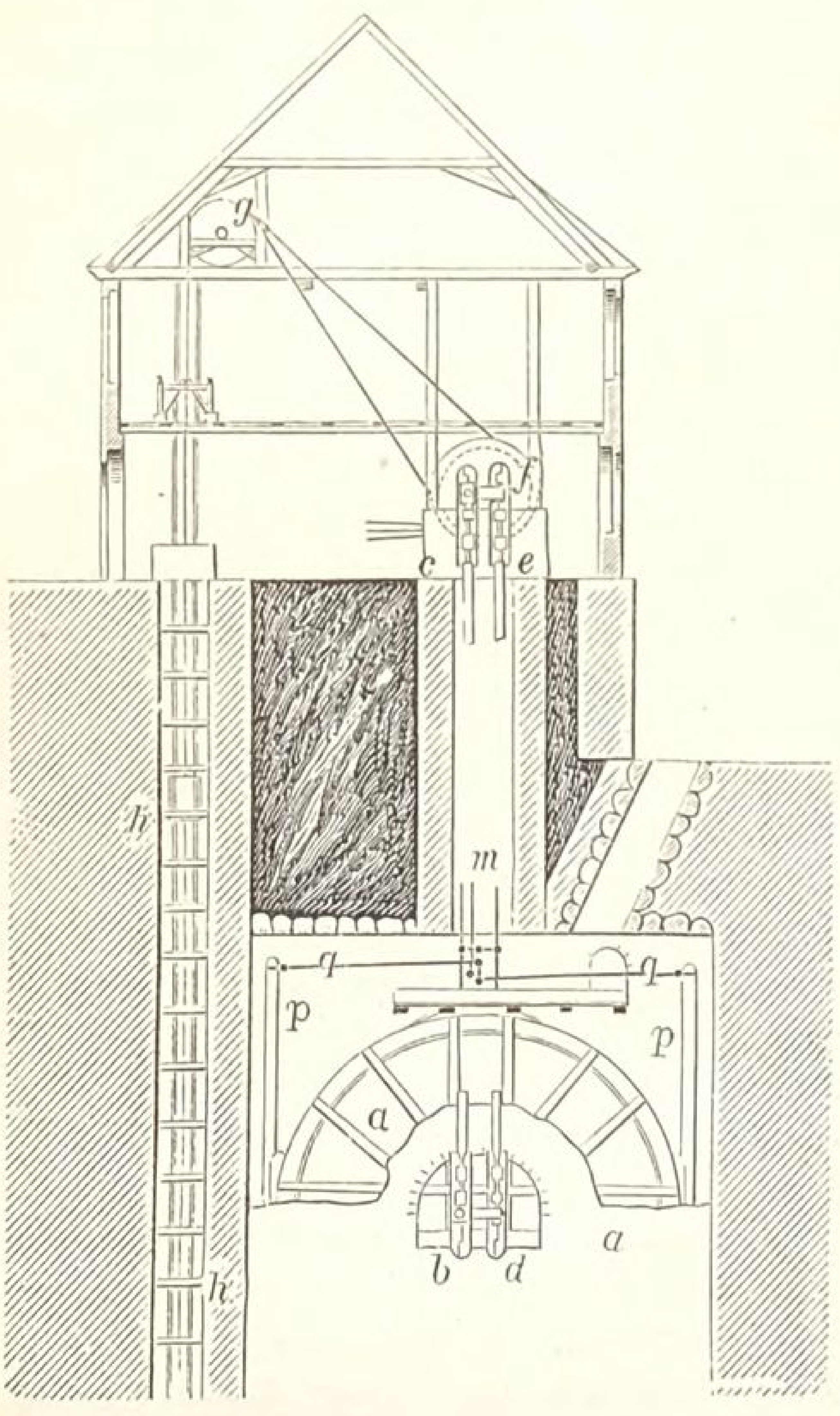
Dabei ist entweder die Korbwelle zugleich Wasserradwelle, wie in Fig. 141, oder erstere ist mit letzterer durch ein sogenanntes Stangenvorgelege verbunden, wie dies bei der erwähnten Freiberger Fördermaschinenanlage der Fall ist, deren Anordnung die Fig. 140 erkennen lässt. Hier ist *a a* das Kehrrad, mit dessen zweiwarzigem Krummzapfen die Gestänge *b c* und *d e* entsprechend vereinigt sind. Eine zweite ebenfalls zweiwarzige Krummzapfenanordnung verbindet die oberen Enden der Lenkstangen *b c* und *d e* mit der Welle des cylindrischen Treibkorbes *f*, von welchem letzteren aus die Seile nach der Scheibe *g* und nach dem Schachte *h* geführt werden, in welchem die Treibtonnen auf- und absteigen. Die Backenbremse *p q* ist von derselben Anordnung wie Seite 138 beschrieben wurde. Die zur Links- oder Rechts-Leitung des Aufschlagwassers vorhandenen Schützen werden (ebenso wie die Backenbremse) von der Hängebank aus regulirt, was hinlänglich in unserer Figur aus dem durch den Buchstaben *m* markirten Mechanismus zu erkennen ist.

Um einer (alten) berühmten Grube der hannoverschen Harz-Silberbergwerke, der Dorothea bei Clausthal (Burgstädter Revier) zu gedenken und die Studirenden der hannoverschen technischen Hochschule an das gedachte schöne (Vortrags-) Modell der hiesigen Sammlung zu erinnern, liefern wir noch

1) Ing.-Mechanik. Dritter Theil. Zweite Abth. Zweite Auflage (1880), S. 175.

Fig. 141 und 142, darstellend den Motor, ein oberschlägiges Kehrrad *a* und *b* mit den entgegengesetzten Wassereinläufen *c* und *d* (Fig. 141), zwei Seilkörben *e* und *f*, zwei Seilscheiben *m* über dem Schachte *p* etc.

Fig. 140.



Die Lage des Kehrrades *ab*, 60 Fuss tiefer als die Hängebank *y* und circa 190 Fuss entfernt vom Schachte *p*, ist durch die örtlichen Umstände bestimmt, durch das unabänderliche Gefälle des Aufschlagwassers, den erforderlichen Raum zum Stürzen der mit den Erzen gefüllten Tonnen *q* etc.

Das Kehrrad hat $26\frac{1}{2}$ Fuss[1]) Durchmesser und $2\frac{1}{2}$ Fuss lichte Weite, das Wassergefälle ist circa 30 Fuss und die zu Gebote stehende Aufschlagwassermenge beträgt ungefähr 180 Cubikfuss pro Secunde. Die Seilkörbe *e* und *f* (Fig. 142) haben 9 Fuss Durchmesser und wird die Bewegung des auf der Wasserradwelle *w* steckenden Korbes *f* auf den zweiten Korb *e* mittelst des Zahnradvorgeleges *hg* übergetragen, wobei man jedem Rade 90 Zähne gegeben hat. Wasserrad und Seilkörbe machen bei gewöhnlichem Fördern 7 Umläufe pro Minute, was für das Wasserrad eine Umfangsgeschwindigkeit von 9,7 Fuss und eine Fördergeschwindigkeit von $3\frac{1}{3}$ Fuss pro Secunde giebt. Das Kehrrad ist mit einer Backenbremse *rstu* von der bereits früher (mehrfach) beschriebenen Anordnung versehen. Sowohl die Bremsen als auch die Schützen des Wasserrades werden von der Hängebank *y* aus in Thätigkeit gesetzt, wozu die Züge *vz* und *wz* vorhanden sind. Die Seilkörbe wie auch die 12füssigen Seilscheiben *m* über dem Schachte sind aus Holz gefertigt.

Bei der Anordnung der Seilkörbe und Zubehör hat man zwei Zwecken zu entsprechen gesucht. Erstens beide Seile von je 15 Millimeter Durchmesser oben ablaufen zu lassen, was der räumlichen Verhältnisse wegen wünschenswerth ist, und zweitens das Ausrücken des einen Seilkorbes *e* möglich zu

1) 1 Lachterfuss = 0,2879 Meter.

machen, was beim Umspannen der Seile behufs Förderung von verschiedenen Sohlen nothwendig wird.

Eine kleine Doppelkurbel *i* in der Verlängerung der Wasserradwelle *w* dient zur Bewegung zweier dünnen Gestänge, welche bis oben in das Schacht-

Fig. 141.

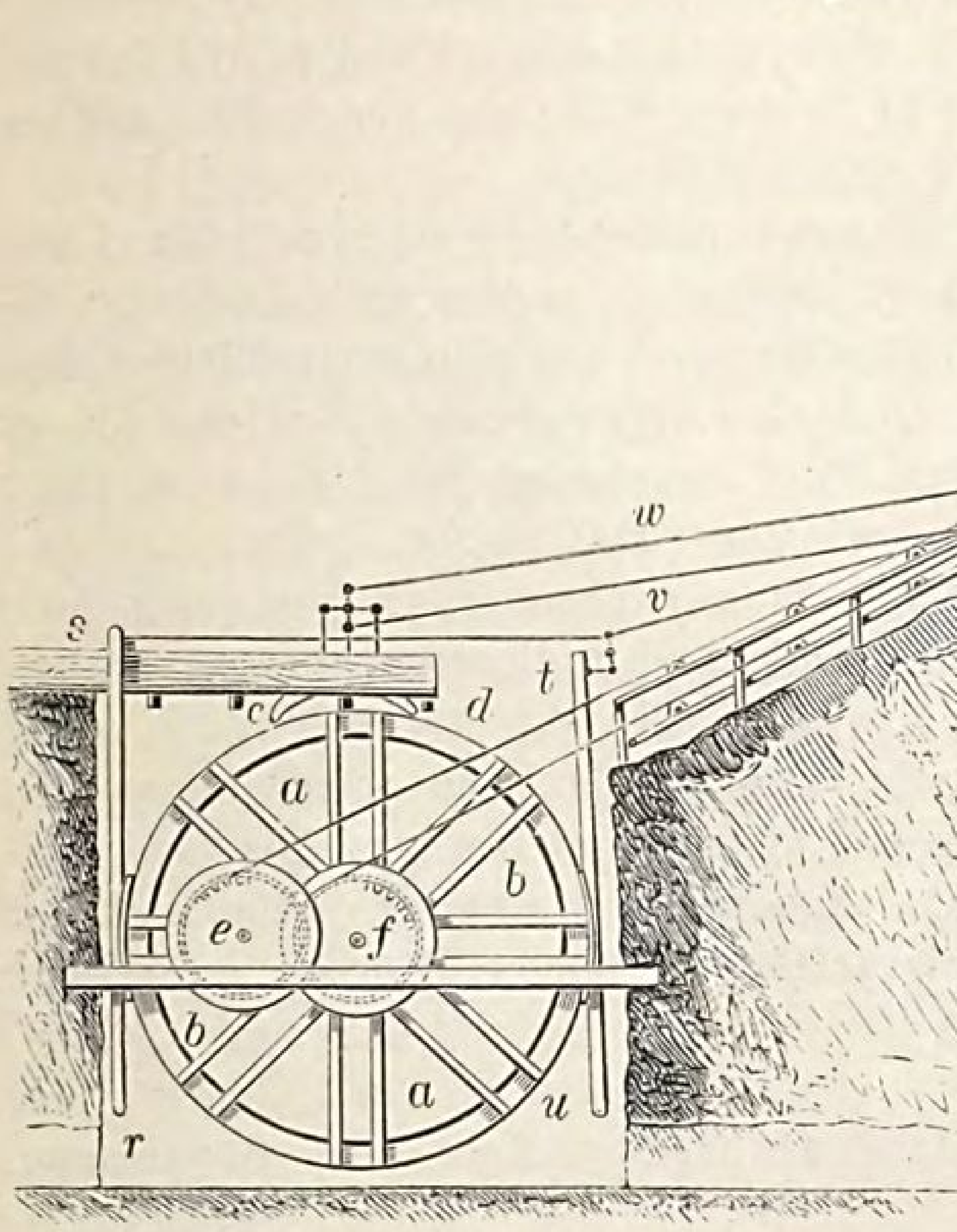
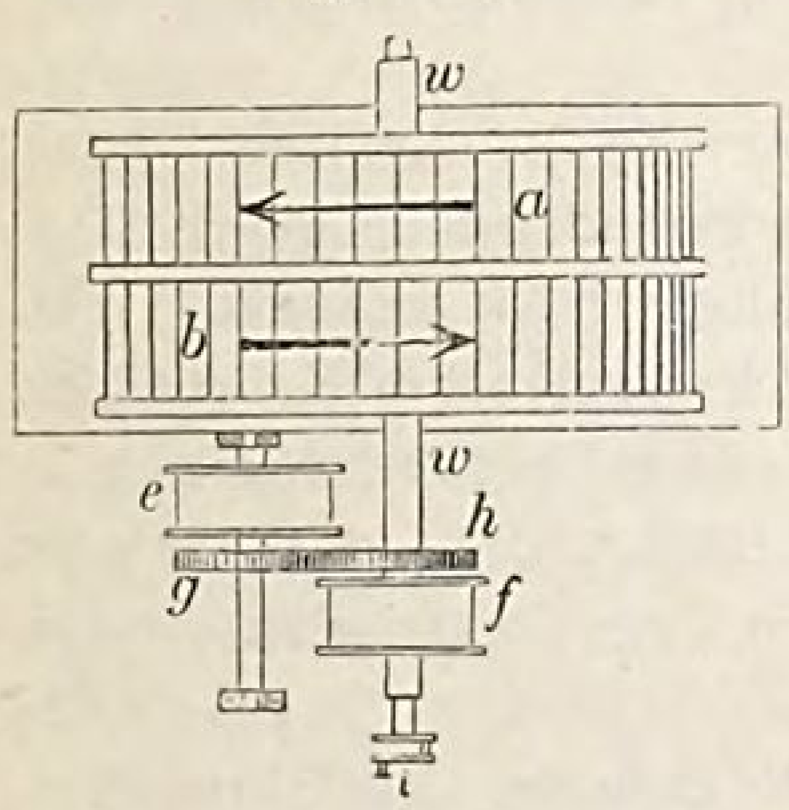


Fig. 142.



gebäude gehen und dort einen Zeiger- und Registrirapparat in Thätigkeit setzen. Hierdurch wird die Umlaufsrichtung und die Zahl der Touren des Wasserrades notirt und zugleich die jedesmalige Stellung der Tonne *q* im Schachte angegeben.

Die grösste Fördertiefe dieser Grube beträgt jetzt 531 Meter. Das Gewicht der Ladung variirt sehr nach Beschaffenheit der Erze. Im Mittel wird das Treiben Erz zu 220 Ctr. angenommen, wonach sich die Tonnenladung zu 525 Kilogramm ergäbe[1]). Nach anderen Angaben beträgt die Förderlast bei 7 Scheffel Inhalt der Tonne und gewöhnlichen guten Erzen 1800 Pfd. exclusive des circa 300 Pfd. betragenden Gewichtes der leeren Tonne.

In neuerer Zeit hat man hin und wieder auch horizontale Wasserräder als Motoren zur Schachtförderung, also Turbinengöpel (Kehrturbinen) in Anwendung gebracht[2]), die jedoch sämmtlich an dem Uebel leiden, dass sie zu

1) 1 Treiben = 280 Cubikfuss = 220 Ctr. = circa 7 Cubikmeter und 1 Cubikmeter ungefähr = 1500 Kilogr.

2) Ueber im (sächsischen) Freiberger Reviere ausgeführte Turbinengöpel

schnell umlaufen, um dieselben vortheilhaft zum Schachtfördern verwenden zu können, eine sogenannte Rückwärtsübersetzung durch geeignete Räderwerkvorgelege erfordern, was viel Geld kosten kann und die Reibungswiderstände vermehrt.

Ueber Verwendung von Wassersäulenmaschinen (mit natürlichem Wassergefälle und Wasserdruckmaschinen (mit Accumulatoren) zu Schachtförderungen wurde bereits Bd. 1, S. 361 (erste Auflage) und S. 449 (zweite Auflage) berichtet. Wir ergänzen die an letzterer Stelle gegebenen literarischen Nachweisungen durch die hier unten stehende Note[1]).

Endlich wurde über Schachtförderung mittelst comprimirter Luft (pneumatische Förderung) bereits S. 75 berichtet, so dass auch in dieser Beziehung nur noch auf Serlo's Bergbaukunde[2]) und auf eine vortreffliche Arbeit von Hasslacher aufmerksam gemacht zu werden braucht, welche in der unten citirten Zeitschrift[3]) unter dem Titel erschienen ist: „Die Anwendung comprimirter Luft zum Betriebe unterirdischer[4]) Maschinen".

Der Vollständigkeit wegen fügen wir vorstehendem Paragraphen über „Maschinen zur Verticalförderung" noch Einiges über die sogenannten „Fahrkünste" und über „Fangvorrichtungen" bei.

Unter „Fahrkünsten" versteht man mechanische Anordnungen von steifen Gestängen oder von Drahtseilen, mittelst welchen das Aus- und Einfahren der Arbeiter in tiefe Schächte ohne viel Anstrengung, Mühe und Zeit und ohne in den gefährlichen Fördergefässen (Tonnen, Körben etc.) Platz

handelt ausführlich das Freiberger Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann. 1857, Seite 203.

Ferner auch Weisbach-Herrmann im 3. Theile des Lehrbuches der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. Zweite Abtheilung. Zweite Auflage (1880), S. 176.

Ebenso berichtet v. Hauer (Die Fördermaschinen. Zweite Auflage [1874], S. 311 ff.) über in den österreichischen Staaten ausgeführte Turbinengöpel, Turbinenhaspel (nach Rittinger's „Erfahrungen". Jahrg. 1857 und 1867) etc. Endlich sehe man über eine in Preussen in Anwendung gebrachte Kehrturbine Hauchecorne, „Versuche und Verbesserungen bei dem Bergwerksbetriebe in Preussen (Bezirk Bonn) während der Jahre 1863 und 1867". Bd. 17 (1869) der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen in dem preussischen Staate, Seite 78.

1) v. Hauer, „Die Fördermaschinen". S. 312. Rittinger, „Erfahrungen". Jahrgänge 1867, S. 1, und 1869, S. 2, sowie Zeitschrift f. d. B.-, H.- u. S.-W. in Preussen. Bd. 3, S. 121; ferner Bd. 8, S. 189 und Bd. 9, S. 1 ebendaselbst und endlich Prof. Hoppe (in Clausthal) in seinem interessanten Buche: „Die Bergwerks-, Aufbreitungswerkstätten etc. des Ober- und Unterharzes". Clausthal 1883. (Ein Auszug davon, die Jordan'schen Wassersäulenmaschinen betreffend, befindet sich in Nr. 13, Jahrg. 1883, S. 193 des hannoverschen Gewerbeblattes).

2) Bd. 2, S. 228 (vierte Auflage).

3) Zeitschrift f. d. B.-, H.- u. S.-W. in Preussen. Bd. 17 (1869), S. 27.

4) Auch Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XV, S. 736 u. 800 ff.

nehmen zu müssen, erfolgen kann. Eine derartige Fahrkunst wurde bereits im Jahre 1831 von Oberbergrath Albert[1]) in Clausthal angeregt und 1833 zuerst von dem Oberberggeschworenen Dörell[2]) in Zellerfeld (im Spiegelthals Hoffnungen Richtschachte) in Ausführung gebracht. Bald nachher führte man (ausser an Harzgruben, wo einige schon damals auf 340—354 Lachter oder 2360 Fuss[3]) Tiefe niedergebracht waren) solche Fahrkünste beim englischen Bergbaue in Cornwall[4]) und später auch in belgischen, westphälischen[5]) und österreichischen[6]) Gruben aus.

Für gegenwärtige Zwecke wird es genügen, nur über Fahrkünste mit steifen Gestängen zu berichten, hinsichtlich des namentlich jetzt fast ausschliesslich in England und Schottland angewandten Fahrens am Seile (oder im Förderkorbe) aber auf die unten verzeichneten Quellen[7]) zu verweisen.

Fig. 143 zeigt die ursprünglich von Dörell getroffene Anordnung einer Fahrkunst und zwar sind *aa* und *bb* die beiden sich abwechselnd auf und ab bewegenden Holzstangen (von 7 Zoll Breite und 6 Zoll Stärke), welche mit Trittbrettern *dd* versehen sind, auf welchen die Fahrenden stehen. Diese in Abständen von 48 Zoll befestigten Tritte ruhen auf Eisen *ee*, deren Schrauben zugleich beide Theile (Hälften) verbinden, aus welchen jedes Gestänge zusammengesetzt ist. Handgriffe *ff* dienen den Ausfahrenden zum geeigneten Festhalten an den Stangen *ab*, während zwischen beiden noch eine gewöhnliche Fahrt (Leiter) *h* der Sicherheit wegen angebracht ist, worauf sich der etwa irre werdende Anfänger leicht zurückziehen oder auf die alte gewohnte Weise ausfahren kann. In Entfernungen von je 32 Fuss sind ferner Bühnen *i* eingebaut, mittelst welcher man sich nach je 8 einfachen Hüben auf die andere (Rückseite in unserer Abbildung) begiebt, indem der Ort der Trittbrette *dd* bei *ii* wechselt.

1) Es mag hier die Gelegenheit zu der Bemerkung benutzt werden, dass Oberbergrath Albert der Erfinder der Treibseile aus Eisendraht (statt aus Hanf oder Kettengliedern) ist und dass die ersten Versuche mit Drahtseilen 1827 auf der Grube Franz August bei Clausthal gemacht wurden. Man sehe deshalb auch Lottner-Serlo's „Bergbaukunde". Bd. 2, S. 104. Albert selber berichtet ausführlich über seine Erfindung in Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde. Bd. X (1837), S. 215 (unter der Ueberschrift: „Ueber Treibseile am Harz").

2) Karsten's Archiv etc. Ebendaselbst (S. 199) unter der Ueberschrift: „Ueber die seit 1833 beim Oberharzer Bergbau angewandten Fahrmaschinen".

3) 1 Clausthaler Lachter = 80 Lachterzoll = 2,0376 Meter. 1 Lachterfuss = 0,2879 Meter.

4) Annales des Mines. Quatrième Serie. Tome VII (1845), pag. 330.

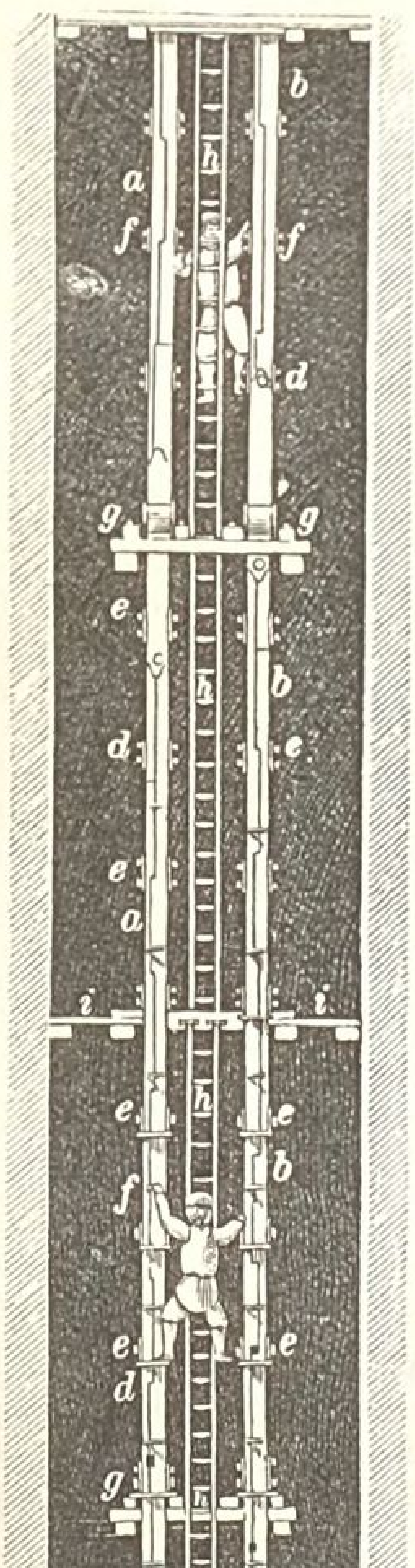
5) Lottner-Serlo, „Bergbaukunde". Bd. 2, S. 168.

6) Rittinger, „Erfahrungen". Jahrg. 1856, S. 15, und Jahrg. 1870, S. 1.

7) Serlo, „Leitfaden zur Bergbaukunde". Zweiter Band, vierte Auflage, von S. 259 ab bis S. 281 unter der Ueberschrift „Fahrung" (gewöhnliche Fahrung und Fahrkünste). Das Ausführlichste seiner Art, wobei allen neueren Anordnungen in sorgfältigster Weise gedacht ist.

Zeitschrift f. d. B.-, H.- u. S.-W. in Preussen. Bd. X (1862), S. 91 und Bd. XVII (1869), S. 88.

Fig. 143.



Der Fahrende steht nur mit einem Fusse auf einem der Tritte entweder des rechten oder linken Gestänges, neigt sich mit seinem Körper soweit als möglich nach der Fahrt *h*, greift und tritt taktmässig, der Hubzahl und Hubhöhe des Gestänges entsprechend, continuirlich fort, bis er mit 8 Hüben zu je 4 Fuss an die nächste Bühne gelangt, wo er durch fehlenden Handgriff an das Ende einer Fahrung erinnert und zum Abtreten seit- oder rückwärts auf der Bühne veranlasst wird. Von hier aus begiebt er sich auf die andere Seite der Gestänge zur Fortsetzung der Ausfahrt, welche nach der in unserem speciellen Falle gewählten Hubzahl bei 100 Lachter (= 8000 Lachterzoll = 203,76 Meter) Teufe in 7 bis 10 Minuten vollendet ist, während man ohne Fahrmaschine $^1/_2$ Stunde Zeit zur Ausfahrt bedurfte und ermüdet, im Schweiss gebadet, herauskam[1]).

Anlangend die sogenannten maschinellen Anordnungen zum Betriebe der Fahrkünste, so kann man, Dampfmaschinen als Beweger vorausgesetzt, direct und indirect wirkende unterscheiden. Bei directer Wirkung benutzt man in der Regel einfach-wirkende Dampfmaschinen, die keine Rotationsbewegungen, sondern nur auf- und abgehende (wiederkehrende) geradlinige Bewegungen erzeugen und wobei zugleich am Ende jeden Hubes eine Pause (Stillstand) zum Umwechseln der Tritte veranlasst wird[2]). Bei indirect wirkenden Dampfmaschinen, wobei die abwechselnd hin- und hergehende Kolbenbewegung mittelst

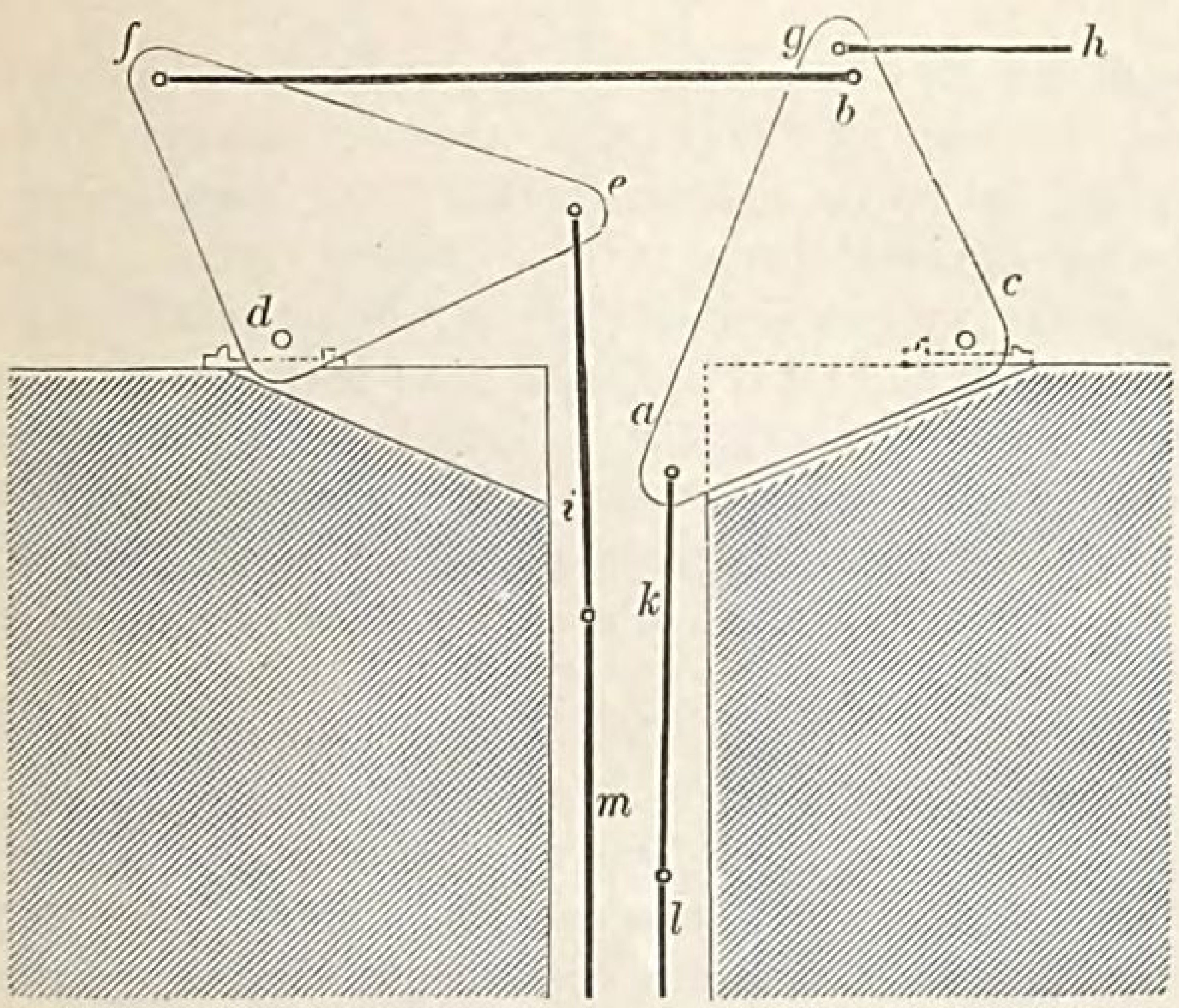
1) Ueber die Leistungen der Fahrkünste auf dem Oberharze bis zum Jahre 1860 berichtet der Sohn des (verstorbenen) Bergmeisters Dörell ausführlich in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung von Bornemann und Kerl. Jahrg. 1860, S. 21.

2) Literatur über Fahrkünste mit directer Bewegung findet sich sowohl bei v. Hauer („Die Fördermaschine", zweite Auflage, Abtheilung VI, von Seite 473—530) als bei Serlo („Bergbaukunde". 2. Bd. Vierte Auflage, S. 262). Die grössten und besten dem Verfasser bekannten Zeichnungen einer solchen, von zwei einfach wirkenden Dampfmaschinen betriebenen Fahrkunst finden sich in der „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte". Jahrg. 1867, S. 28, Tafel 15 a, b und c. Diese von Havrez & Co. ausgeführte Fahrkunst ist auf der Zeche Strepy Bracquegnis bei Mons im Betriebe.

Auch Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1859, S. 1.

Lenkstange und Krummzapfen in eine continuirliche Drehbewegung umgesetzt wird, schaltet man am besten zwischen Krummzapfen und Fahrkunstgestänge sogenannte Kunstkreuze *abc* und *def* (Fig. 144) ein. Letztere Disposition ist u. a. die der neuen Fahrkünste im Annaschachte bei Przibram[1], wobei das Kunstgestänge auch zugleich zur Wasserpumpenbewegung benutzt wird. Den Motor bildet eine horizontalliegende, mit Expansion und Condensation arbeitende Dampfmaschine, deren Dampfcylinder 20 Wiener Zoll (52,6 Centimeter) weit ist, während der Kolbenhub 42 W. Zoll (110,6 Centimeter) beträgt. Beim Fahrkunstbetriebe macht das Schwungrad der Dampfmaschine 40 bis 50 Touren pro Minute. Schon bei einer Viertel-Füllung und wenn der Dampfdruck 4 Atmosphären beträgt, werden die zum Fahrkunstbetriebe erforderlichen 85 Pferdekräfte entwickelt. Vermittelst eines doppelten Zahnradvorgeleges (zehnfache Rückwärtsübersetzung) wird die Tourenzahl der Schwungradwelle auf 4 bis 5 der Kunstkreuzkurbelwelle reducirt. In unserer Figur ist die abgebrochen gezeichnete Korb- oder Lenkstange (von nicht weniger als 33 Fuss 8½ Zoll Länge), welche die Warze des Vorgelegekrummzapfens (von 5 Fuss Bughöhe) mit dem nächstliegenden Kunstkreuz *abc* verbindet, mit *gh* bezeichnet. Da hiernach die Hubhöhen der Fahrkunstgestänge *l* und *m* zehn Wiener Fuss betragen, so resultirt eine Gestängegeschwindigkeit von höchstens $\frac{2 . 10 . 5}{60} = 1^2/_3$ W. Fuss (= 0,524 Meter) pro Secunde. Die grosse Hubhöhe von 10 Fuss (= 3,16 Meter) wurde namentlich auch deshalb gewählt, damit die Fahrenden nicht gar zu häufig übertreten müssen, was bei einer Tiefe von 2400 Fuss (758,4 Meter) des Annaschachtes nicht wenig ermüdend ist. Auf der ganzen Schachttiefe von 2400 Fuss sind übrigens 120 Austrittsbühnen (Ruheplätze) in je 20 Fuss Entfernung von einander angebracht.

Fig. 144.



Es muss bedauert werden, dass hier kein Raum ist, um die schönen, vorzugsweise aus Eisenblech gebildeten Kunstkreuze *abc* und *def* aufnehmen und im Detail besprechen zu können, weshalb wir auf unsere Quelle verweisen müssen[2],

1) Rittinger, „Erfahrungen" etc. Jahrg. 1870, S. 1.
2) Rittinger, „Erfahrungen". S. 5. Tafel III.

worin auch die Fahrkunst eines zweiten Schachtes derselben Stelle (des Marienschachtes) besprochen und abgebildet ist[1]).

Was die vorerwähnten Fangvorrichtungen oder Fangwerke betrifft, so versteht man hierunter diejenigen Anordnungen, welche das Herabstürzen der Tonnen, Förderschaalen, Gehäuse etc. verhüten sollen, wenn ein Seilbruch eintritt.

Ohne hier ganz speciell auf die ausserordentlich grosse Zahl mechanischer Combinationen einzugehen, die man zu Fangwerken ersonnen uud ausgeführt hat, werde mit Hinweisung auf die unten notirten Quellen[2]) nur erwähnt, dass sich die bemerkenswerthesten Constructionen in drei Classen theilen lassen. Die erste Classe verhindert das weitere Herabsinken der Förderschaale nach erfolgtem Seilbruche, während die zweite Classe dazu bestimmt ist, das Fördergefäss für den Fall aufzufangen, dass der Seilkorb lose wird, sich also auf seiner Welle (der Seilkorbwelle) drehen kann, oder eines der Fördergefässe von der Verbindung mit der Fördermaschine getrennt wird, ohne dass das Seil reisst, dasselbe also gespannt bleibt Eine dritte Classe soll beiden gedachten Unfällen zugleich entsprechen.

Bei den Anordnungen der ersten Classe wird das Herabstürzen der Förderschaale nach erfolgtem Seilbruche durch das Einpressen von Hebeln, Eingreifen von Excentrikzähnen oder durch Eintreiben von Keilen in die Schachtleitungen verhindert[3]). Bei den Fangvorrichtungen der zweiten Classe wird das Princip zu Grunde gelegt, die lebendige Kraft des fallenden Fördergerippes durch die Reibungsarbeit einer daran angebrachten Fallbremse aufzuheben[4]). Von der dritten Classe existirt, nach Wissen des Verfassers, zur Zeit nur eine

1) Rittinger, „Erfahrungen". Tafel IV und VII.

2) Die vier wichtigsten Werke sind folgende:

v. Hauer, „Die Fördermaschine der Bergwerke etc.", S. 119 ff.

Serlo, „Bergbaukunde". Bd. 2, S. 157.

Nitsch, Berggeschworener a. D. zu Berlin in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen. Jahrg. 1879, S. 354 ff. unter der Ueberschrift: „Ueber Fangvorrichtungen an Bergwerksförderungen" (Preisgekrönte Preisschrift).

Selbach, „Kritik der Fangvorrichtungen an Förderkörben". Eine werthvolle (nicht bloss kritische) Abhandlung. Zeitschrift f. d. B.-, H.- u. S.-Wesen im preussischen Staate. Bd. XXVIII (1880), S. 1—78.

3) Ausführlich in einem sehr gut von Malmedie geschriebenen Artikel (mit 3 Tafeln Abbildungen) in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XII (1868), S. 353 etc. Hierzu auch Jahrg. 1869, S. 499.

Serlo, „Leitfaden zur Bergbaukunde", II, S. 158, 4. Auflage, theilt die zur Zeit bekannt gewordenen Fangvorrichtungen in folgende vier Classen:

1. Fangvorrichtungen mit Riegel,
2. — — eingreifenden Hebeln,
3. — — Excentriks und
4. — — wirkenden Keilen.

4) Hoppe, „Förderschaale mit Fallbremse". Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XIV (1870), S. 619 ff.

Anordnung, die von Eichenauer, welche auf der geringen Elasticität des Wassers beruht[1]). Leider ist, den Erfahrungen gemäss, hinsichtlich sämmtlicher jetzt in Anwendung befindlichen Fangvorrichtungen das allgemeine Urtheil auszusprechen, dass keine derselben als absolut zuverlässig betrachtet werden kann, weshalb es um so mehr (für unsere Zwecke) genügen dürfte, hier nur folgende zwei, zur ersten Classe gehörige Constructionen, zu besprechen.

Fig. 145.

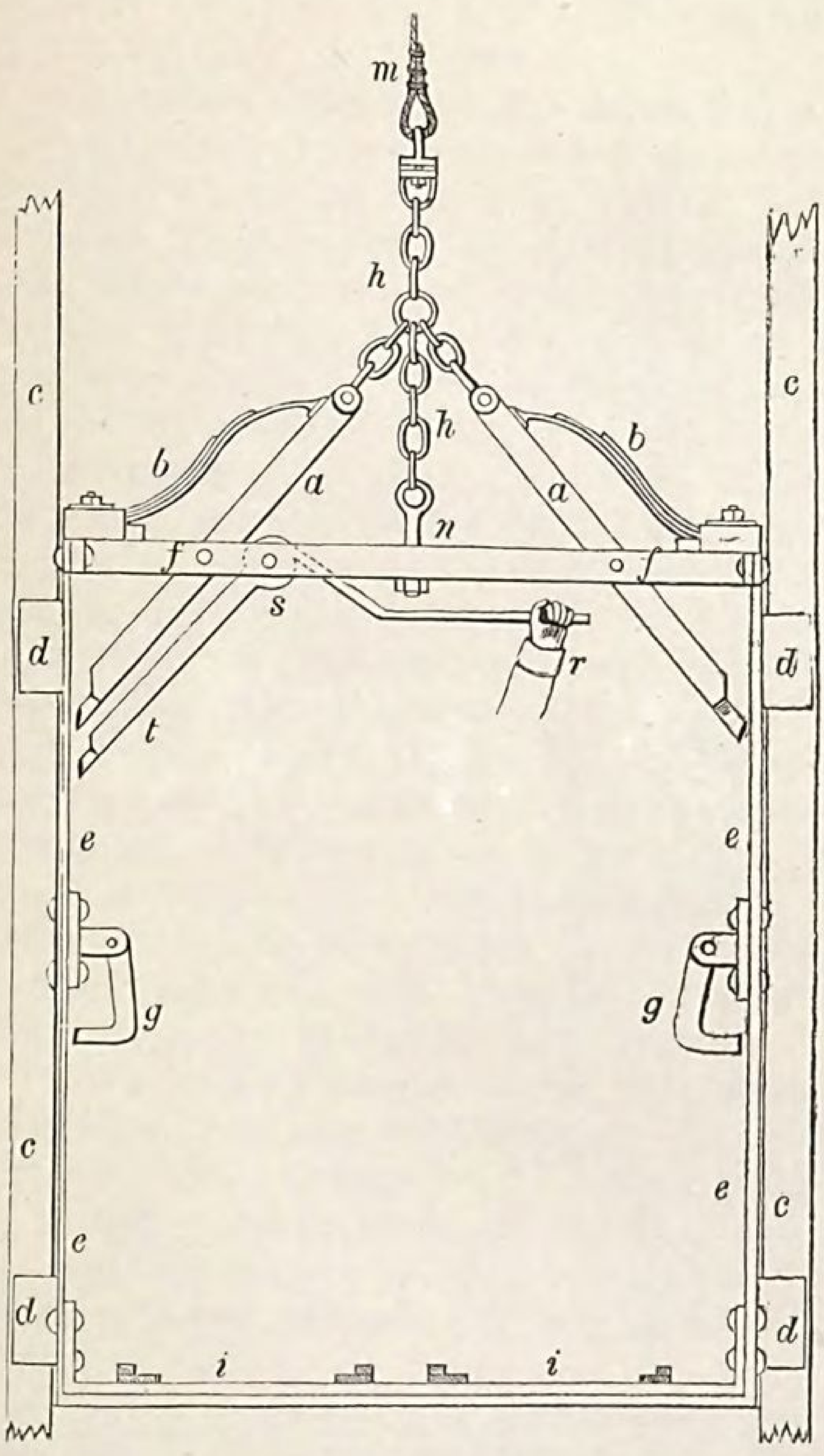


Fig. 145 ist unter dem Namen der Machecourt-Fontaine'schen Fangvorrichtung bekannt, bei welcher meisselförmig zugespitzte Hebel in die Leitungen (Leitbäume, Schachtlatten) des Fördergefässes eingreifen, sobald durch den Bruch des Seiles vorhandene Blatt- oder Spiral-Federn zur Wirkung kommen. Die erwähnten, mit *a a* bezeichneten, um *f f* drehbar gemachten Meissel oder Fangarme werden beim Bruche des Förderseiles *m* von den Federn *b* zum Einsetzen in die Schachtleitungen *c c* veranlasst, woran die sogenannten Anschlussketten (Zwiselketten) *h h* nicht hindern. Die betreffenden Förderwagen stehen auf Schienen *i i* am Boden des Fördergestelles *d e* und werden überdies durch eine Art Klinken *g* am bestimmten Platze gehalten. Ein Herr Borgsmüller, Verwalter der westphälischen Steinkohlengrube Constantin der Grosse[2]), hat einen besonderen Handhebel *r s t* angebracht, welchen der Fahrende bei der

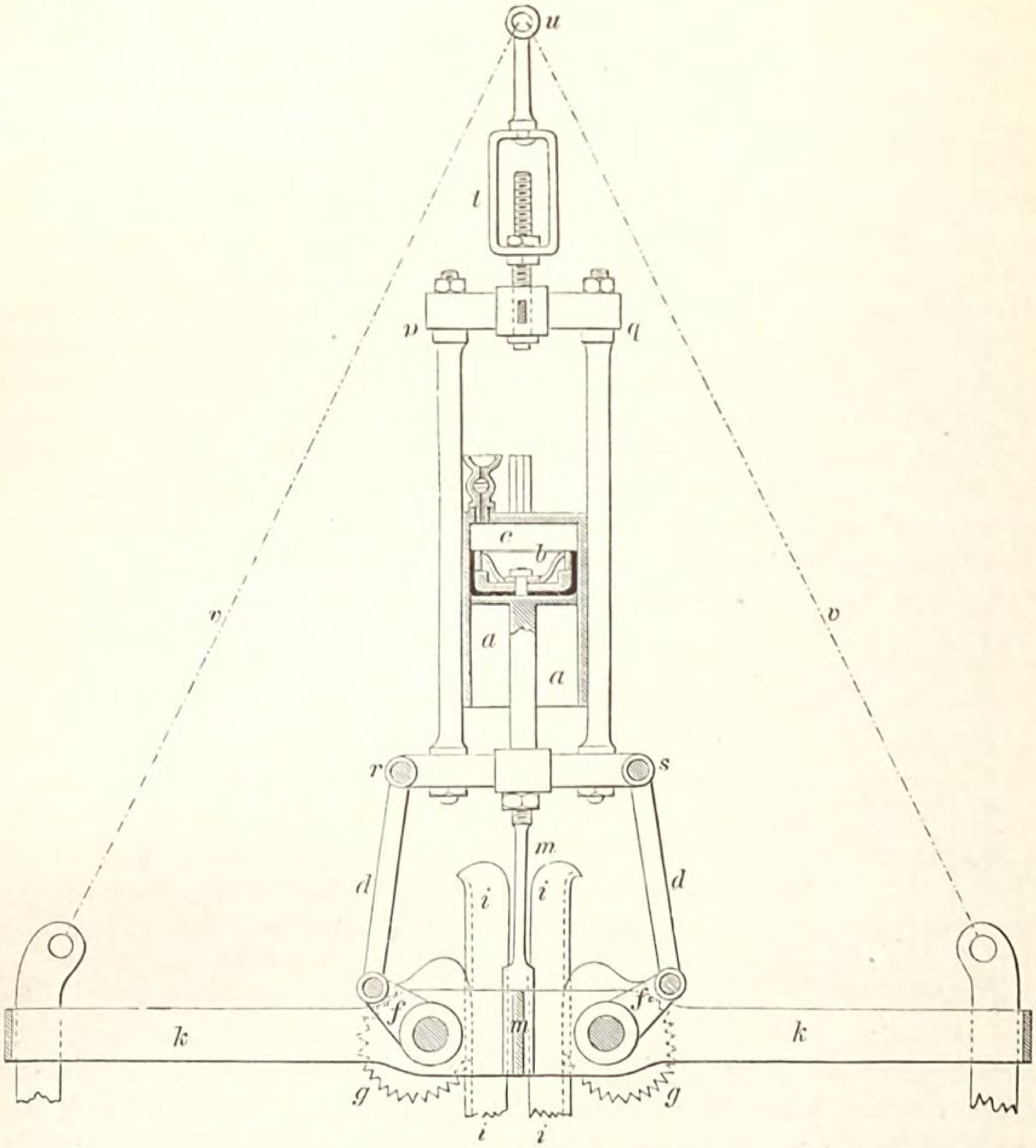
1) Eichenauer, unter der Ueberschrift: „Fangvorrichtung für Fördermaschinen". Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIII (1869), S. 225. Diese Anordnung ist zur Zeit noch Project geblieben.

2) Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen in Preussen. Bd. 17 (1869), S. 80.

Fahrt in der Hand behält, um im Falle eines Seilbruches sofort eingreifen zu können [1]).

Unter den verschiedenen mit Excentriks ausgestatteten Fangvorrichtungen (von White und Grant, Hohendahl u. A.) ist die in Fig. 146 abgebildete eine der beachtenswerthesten [2]).

Fig. 146.



Statt der sonst bei dieser Gattung in Anwendung gebrachten Federn hat man hier einen Cylinder *a* angeordnet, in welchem beim Anholen des Förder-

1) Ein Sohn des Herrn Borgsmüller hat dem Verfasser der Allgemeinen Maschinenlehre Zeichnungen und Beschreibungen eines Fangapparates eingesandt, wodurch nachgewiesen werden soll, dass der Vater einen Fangapparat nach dem fraglichen System viel früher construirt und ausgeführt habe als Fontaine.

2) Constructive Zeichnungen dieser „Fangvorrichtung mit compri-

gefässes (Anheben des Förderseiles) ein Kolben *b* die in *c* eingeschlossene Luft zusammenpresst. Beim Bruche des Seiles wirkt die comprimirte Luft durch die ihr innewohnende Expansivkraft auf Zugstangen *d* und auf Arme *f* der Wellen des Excentriks *g* und zwar in dem Sinne drehend, dass die Excentrikzähne in Leitbäume *i* eingreifen. Zum gehörigen Verständnisse der ganzen Anordnung diene noch Folgendes:

Der unten offene messingene Cylinder *a* ist auf dem oberen Querstücke *k* des Korbes durch Strebestützen *m* befestigt, wovon jedoch in unserer Abbildung nur eine sichtbar ist, weil beide Streben in einer zur Bildfläche der Figur normalen Ebene liegen. Der luftdicht anschliessende Kolben *b* steht durch seine Stange mit dem Gevier (zwei Querhäuptern und zwei Zugstangen) *pqrs* in fester Verbindung und ist mit letzterem als ein Ganzes unter Einschaltung geeigneter Theile *t* an demselben Ringe *u* aufgehangen, an welchem man auch die vier Zwieselketten *v* befestigt hat. Im Zustande der Ruhe steht der Kolben *b* im Luftcylinder *a* unten und die Fangexcentriks *g* stellen den Förderkorb fest. Beim Anheben des Förderseiles wird vermittelst des oberen Querhauptes *pq* und der Zugstangen *pr* und *qs* der Kolben *b* im Cylinder in die Höhe getrieben, die Hebelarme *ff* angezogen und die Excentriks *gg* geöffnet, hierdurch aber der ganze Förderkorb zum Aufsteigen frei gemacht. Beim niedrigsten Stande des Kolbens nimmt in unserem speciellen Falle die darüber befindliche Luft die Höhe von $7\frac{1}{2}$ Zoll ein, während dieselbe beim höchsten Kolbenstande nur $1\frac{1}{2}$ Zoll Höhe hat, so dass eine Compression der Luft auf $\frac{1}{5}$ eintritt und demgemäss eine Spannung von 5 Atmosphären oder von 4 Atmosphären Ueberdruck im Cylinder über dem Kolben entsteht. Mit letzterer Spannung wird bei einem Seilbruche der Kolben *b* nach unten getrieben, die Excentriks *gg* herumgeworfen und deren Zähne gewaltsam in die Leitbäume *ii* eingetrieben, der Korb also am Herabfallen gehindert.

Wir tragen hier noch einige Fangvorrichtungen nach, welche bei dem Erscheinen der ersten Auflage unseres Buches noch nicht hinlänglich bewährt gefunden, oder erst nachher in die Praxis eingeführt wurden.

Hierher gehört zuerst die bereits (S. 158, Note 4) erwähnte Fallbremse für eiserne Leitungen von Hoppe (Ingenieur der Abendsterngrube bei Rosdzin in Oberschlesien), die sich gegenwärtig vielfach bewährt haben soll und daher empfohlen wird.

Wie schon bemerkt, ist dieser Bremse das Princip zu Grunde gelegt, die lebendige Kraft des fallenden Förderkorbes durch Reibung an den eisernen Leitungen aufzuheben[1]).

mirter Luft" finden sich in der „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte". Jahrg. 1864. Tafel 30. In dem beigegebenen Texte (Seite 35 ff.) ist auch Bericht über in jeder (?) Beziehung befriedigende Versuche erstattet. Bei einer Geschwindigkeit des herabgehenden Förderkorbes von 12 Fuss pro Secunde hatten die Excentriks sofort nach erfolgter Auslösung des unteren Seiles so fest in die Leitbäume eingegriffen, dass der Korb fast momentan still stand. Das nachgefallene 34 Lachter lange Drahtseil lag auf dem Schutzdamm.

1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Jahrg. 1870. Berliner Verhandlungen, Jahrg. 1879. Zeitschr. f. d. P. B.-, H.- u. S.-W., Jahrg. 1880, S. 400 und Serlo, a. a. O. II, S. 171 (vierte Auflage).

Gebildet wird die Bremse durch ein paar Backen *aa* (Fig. 147 und Fig. 148), welche an den ┬förmigen Leitungsschienen *CD* gleiten, deren Querschnitt unten in Fig. 147 angedeutet ist.

Durch ein System von Kniestücken *bb* und Zugstangen *dd* werden die Backen *aa* mit je einem Hebel *tpqr* und starken Federn *ee* in Verbindung

Fig 147.

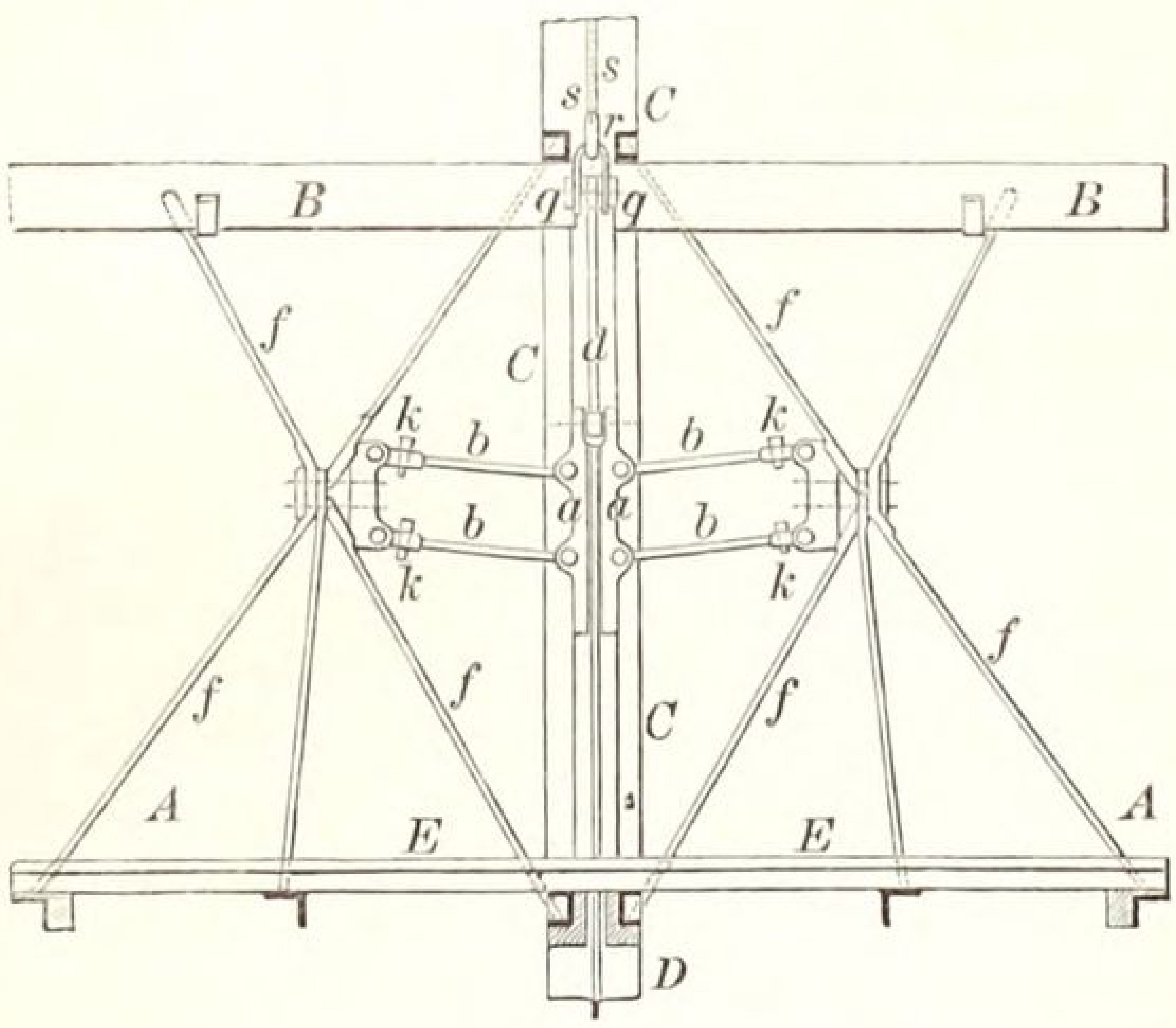
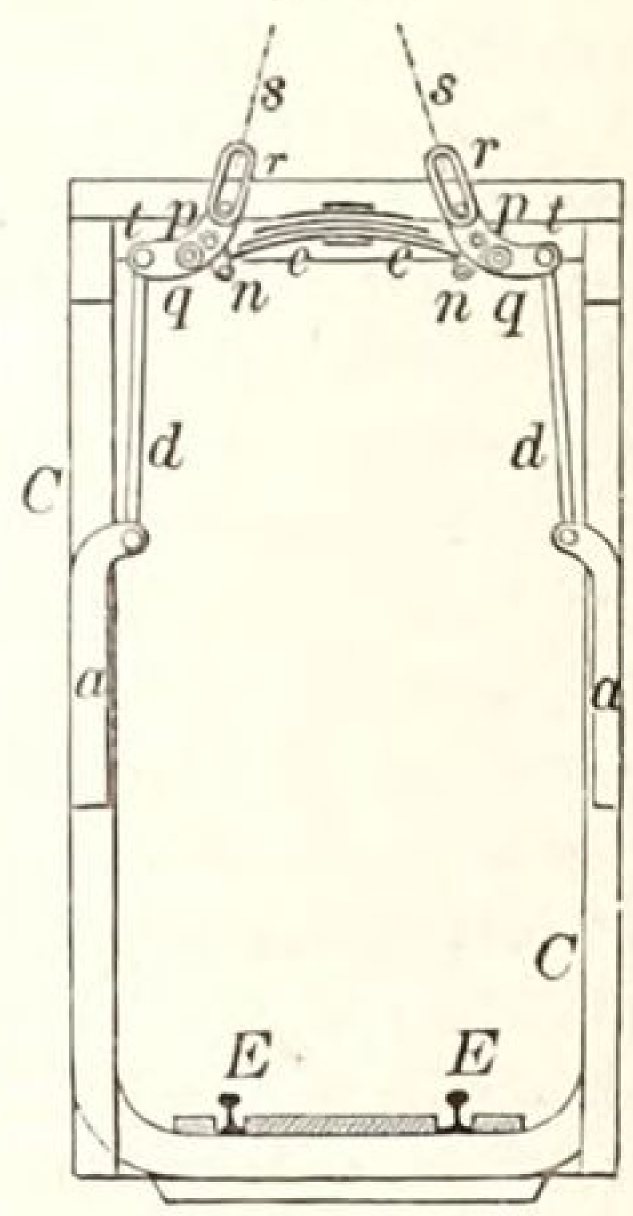


Fig. 148.



gebracht und beziehungsweise nach oben gezogen. Dabei greift jede Feder *e* bei *n* an den erwähnten Hebel, während dessen äusserste Enden mittelst elliptischer Ringstücke *rr* mit den Ketten *ss*, woran die ganze Förderschale hängt, vereinigt sind.

Mittelst Keilschrauben *kk* werden die Lenkstangen *bb* zunächst so gestellt, dass die Bremsbacken 26 mm. unter ihrer höchsten Lage, also 52 mm. unter derjenigen Stellung, in welcher die Lenkstangen wagerecht liegen würden, mit ihrer ganzen Bahn die Führungsschienen berühren, ohne dieselben nach der einen oder anderen Seite hin aus ihrer geraden Lage hinauszudrängen.

Reisst nun das Seil *ss*, so werden zuerst die Federn *ee* wirksam, d. h. sie pressen die stählernen Backen *aa* gegen die Leitschienen *CC*, sodann verschaffen sich aber die Stangen *bb* Geltung, d. h. es werden die Bremsbacken *a* nun immer kräftiger gegen die Schienen *CC* gedrückt und folglich die Reibung vermehrt, wenn die Fallgeschwindigkeit grösser wird.

Zu beachten ist überdies noch, dass der Hub der Bremsbacken nach oben durch Führungsschlitze der Lenkstangen auf 26 mm. über die angegebene Stellung begrenzt und nach jeder Seite hinaus ein Druck erzeugt wird, wogegen das Hänge- und Strebewerk *ff* des Fördergerüstes *AB* einen grossen elastischen Widerstand bietet, welcher umgekehrt die Bremsbacken *aa* mit derselben Kraft gegen die Führungsschienen *CC* drückt und dadurch schliesslich eine so gewaltige Reibung erzeugt, dass die Fallhöhe des Fördergerüstes auf ein unschädliches Minimum herabgezogen wird[1]).

1) Unsere Hauptquelle (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. 14

Die grosse Länge des Fördergerüstes (der Fahrbühne AB) entspricht der Aufstellung zweier hinter einander stehender Lastwagen, deren Räder auf Eisenbahnschienen EE laufen.

Die Hoppe'sche Fallbremse hat namentlich in verschiedenen Gruben in Oberschlesien Anwendung gefunden, worüber sowohl Nitsch[1]) als Serlo[2]) berichten.

Für Fahrstühle in Hôtels, Fabriken etc. wird neuerdings die Pendelsicherheitsvorrichtung von W. Seller & Co. in Philadelphia empfohlen und u. A. für Deutschland von Schelter & Giesecke in Leipzig ausgeführt und mit Erfolg in Anwendung gebracht.

Die Hauptheile dieser Regulirungs- und Fangvorrichtung lassen die Fig. 149, 150 und 151 erkennen, wobei $a a' a'$ der Förderkorb ist, der bei seiner Bewegung an hölzernen Leitbäumen AA durch Rollen BB geführt wird. Auf der breiten Fläche jedes Leitbaumes hat man eine gusseiserne Platte befestigt und in dieser schlangenförmige Nuthen angebracht, in welchen an jeder Seite ein Stift (Dorn) f gleitet, der zu je einem Pendel cc' gehört, welches Fig. 151 darstellt und dessen Aufhängepunkt mit g bezeichnet ist. Ein solches Pendel greift unten etwas nach innen über und dieser Vorsprung trägt Zähne ee, welche anderen, unten am Förderkorbe aa' angebrachten Zähnen entgegenstehen.

Fig. 149.

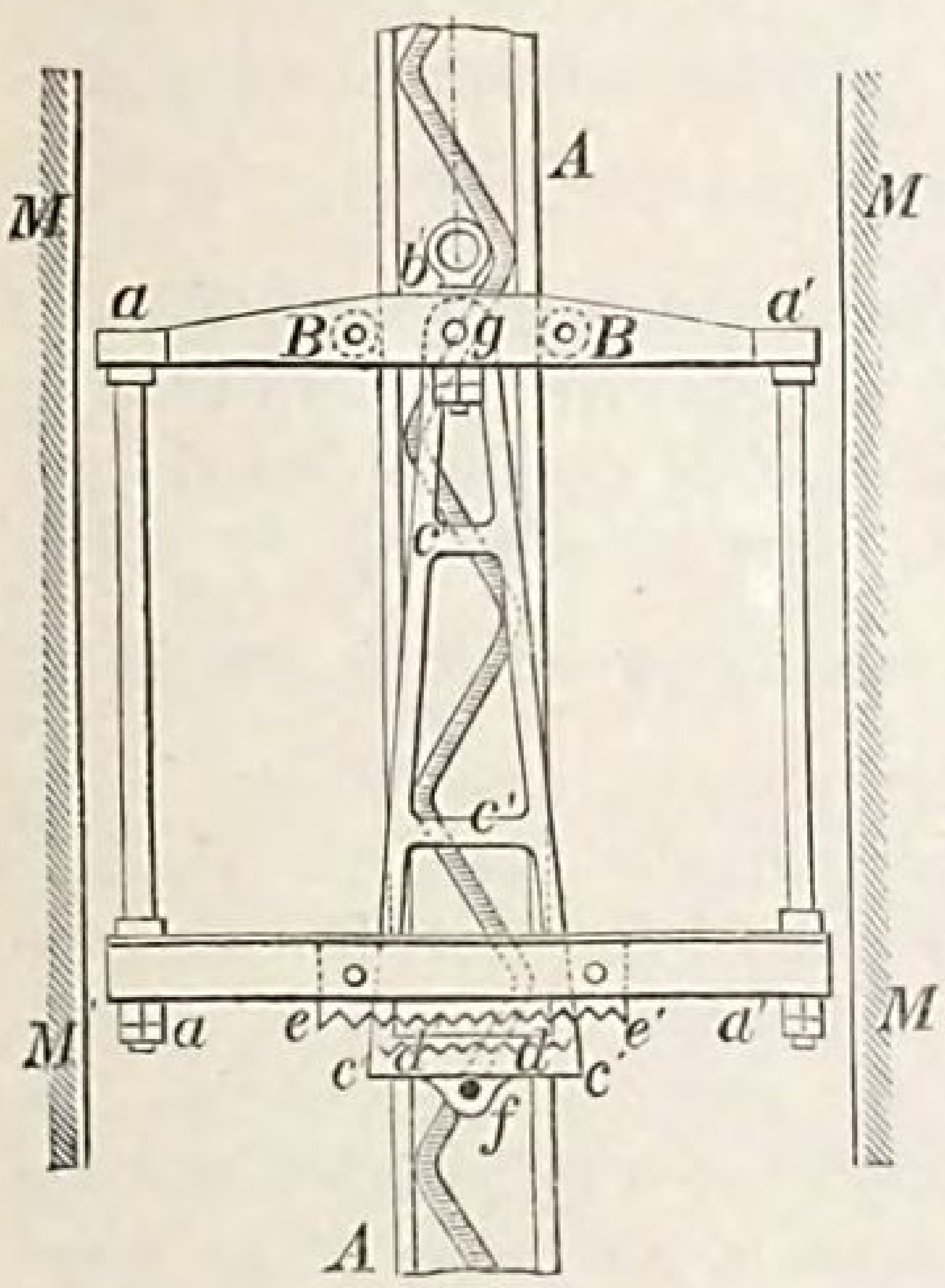
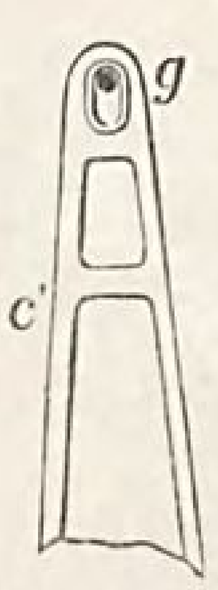


Fig. 151.



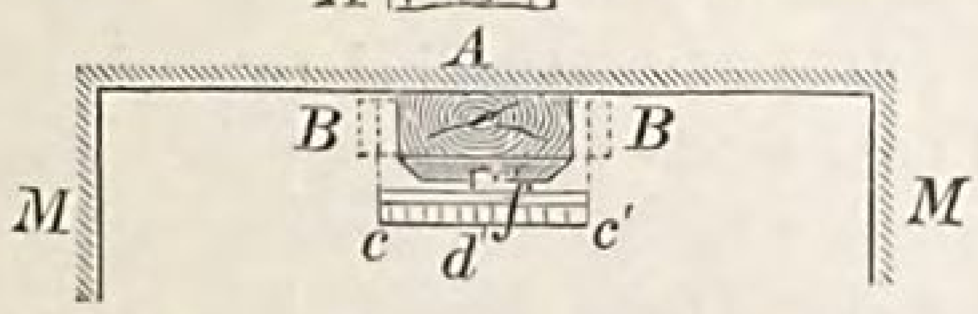


Fig. 150.

Sobald nun bei der Bewegung ab- oder aufwärts die Geschwindigkeit grösser wird, als diejenige, für welche die Schlangenlinie construirt ist, so kann das Pendel nicht mehr ungehindert vor dem Förderkorbe hin- und herschwingen. Der letztere holt es ein, der Bolzen g am Aufhängepunkte des Pendels geht rascher nach unten, bis die am Förderkorbe befindlichen Zähne in die des Pendels eingreifen und die Arretirung des Förderkorbes erfolgt. Bei einem Seilbruche wächst die Fallgeschwindigkeit, wodurch die Arretirung in gleicher Weise eintritt[3]).

Jahrg. 1870) enthält werthvolle Berechnungen, die gleichzeitig Princip und Wirkungsweise der Hoppe'schen Förderschale mit Fallbremse verständlich machen.

1) Berliner Verhandlungen, Jahrg. 1879, S. 364 und S. 400.

2) Bergbaukunde, II (vierte Auflage), S. 173.

3) Ausführlicher besprochen in Selbach's Abhandlung „Kritik der Fang-

Grössere Abbildungen von Aufzügen, welche die genannte Leipziger Firma ausführt und die mit der beschriebenen Pendelsicherheitsvorrichtung ausgestattet sind, finden sich in Uhland's Buche „Die Hebapparate“ (Leipzig 1883), S. 100 und 101.

B. Maschinen zum Transporte (zur Förderung) auf stark geneigten Ebenen.

§. 7.

Als eine erste für unsere Zwecke besonders instructive Anordnung eines Transportes auf stark geneigter Ebene wählen wir die sogenannte Dampf-Seilbahn (Fig. 152), welche zur Verbindung des unteren Theiles der Stadt Ofen (Ungarn) mit der circa 150 Fuss höher liegenden Königsburg (Festung) und zwar lediglich für den Personenverkehr seit einigen Jahren dem Betriebe übergeben ist[1]). Da die Gesammtlänge der Bahn 300 Fuss beträgt, so steigt dieselbe mit $\frac{1}{2}\left(=\frac{150}{300}\right)$ oder unter 30 Grad gegen den Horizont an. In dem Souterrain des am Fusse des Festungsberges *f* errichteten Aufnahmegebäudes *g* befindet sich eine Dampfmaschine mit zwei gekuppelten Cylindern (von je 15 Zoll Weite und 24 Zoll Kolbenhub). Die Tourenzahl der Dampfmaschinen-Schwungradwelle wird rückwärts übersetzt, d. h. unter Einschaltung von einem Kegelradvorgelege in dem Verhältniss von $\frac{1}{2}$ vermindert auf zwei gusseiserne Seiltrommeln *h* von 9 Fuss Durchmesser so übergetragen, dass letztere Trommeln nur die halbe Umdrehzahl der Schwungradwelle machen. Da jede Trommel auf einer besonderen Welle befestigt ist und beide stets in entgegengesetzter Richtung umlaufen, so wird das 1 Zoll dicke Drahtseil *cc* gleichzeitig von der einen Trommel auf- und von der anderen abgewickelt. Am oberen Ende *i* der Bahn (in der Festung) befindet sich in geeignet schräger Lage eine grosse Leit- (Umsatz-) Rolle *d*, während an jedem Ende dieses Seiles ein Personenwagen *a* und *b* befestigt ist, derart, dass bei Umdrehung der Seiltrommeln *h* der eine Wagen sich auf dem einen (von zwei neben einander liegenden) Eisenbahngleisen hinaufbewegt, während der andere, unterstützt durch sein eigenes Gewicht, auf dem zweiten Gleise hinabrollt.

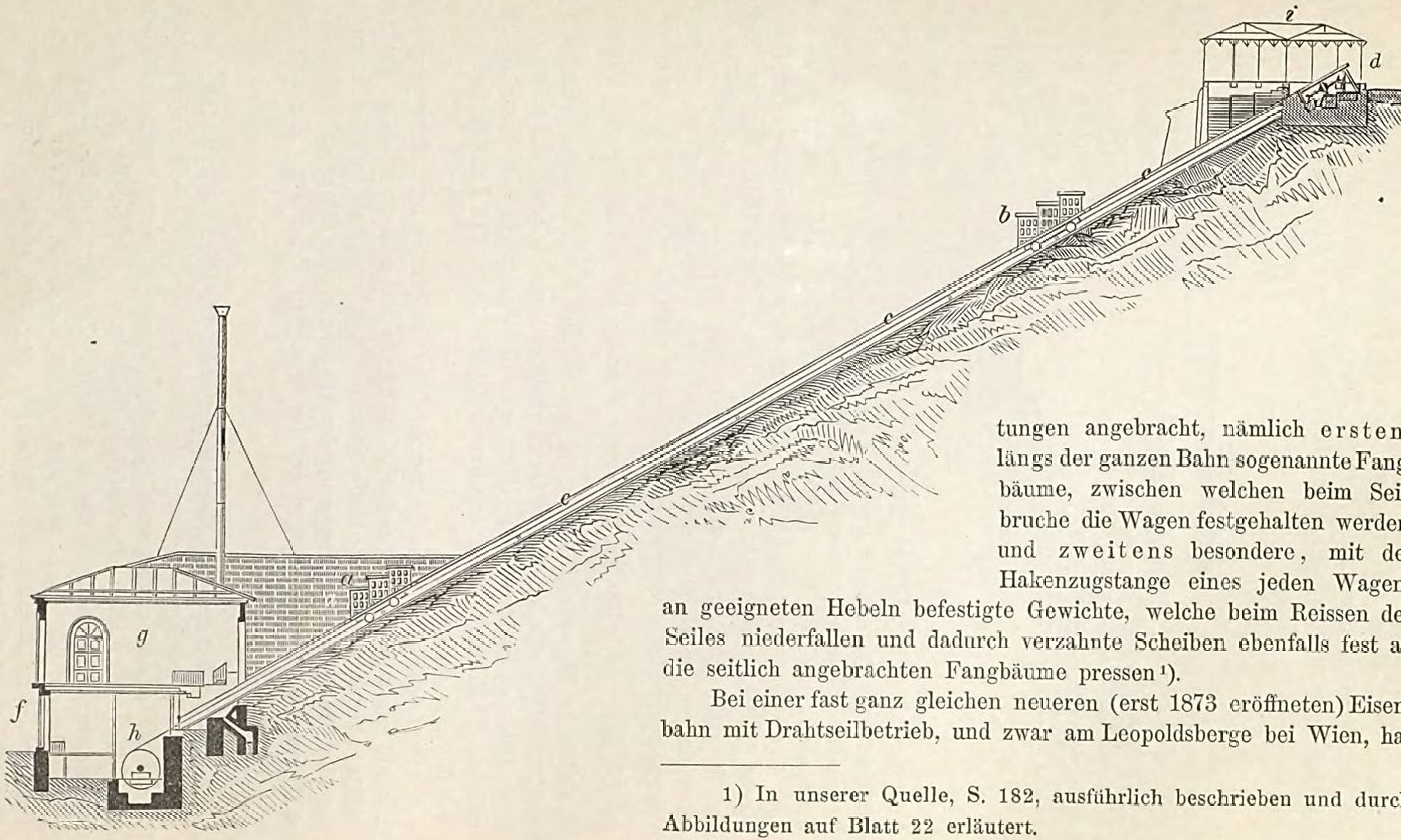
Die 14 Fuss langen und 6 Fuss breiten Wagen erhielten mit Rücksicht auf die starke Steigung der Bahn eine ganz eigenthümliche Construction. Es besteht nämlich jeder Wagen aus drei für je 8 Personen bestimmte Abtheilungen von verschiedener Niveauhöhe und zwar der Art, dass jede Abtheilung gleich hoch über den Schienen resp. über die zum Einsteigen dienenden Treppen sich erhebt.

Zur Verhütung von etwaigen Unglücksfällen, namentlich wenn das Seil *c* reissen sollte, hat man zwei von einander unabhängige Sicherheitsvorrich-

vorrichtungen an Förderkörben“. Zeitschrift für B.-, H.- u. S.-Wesen in Preussen. Bd. 28, Jahrg. 1880, S. 60.

1) Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. Jahrgang 22 (1870), S. 181.

Fig. 152.



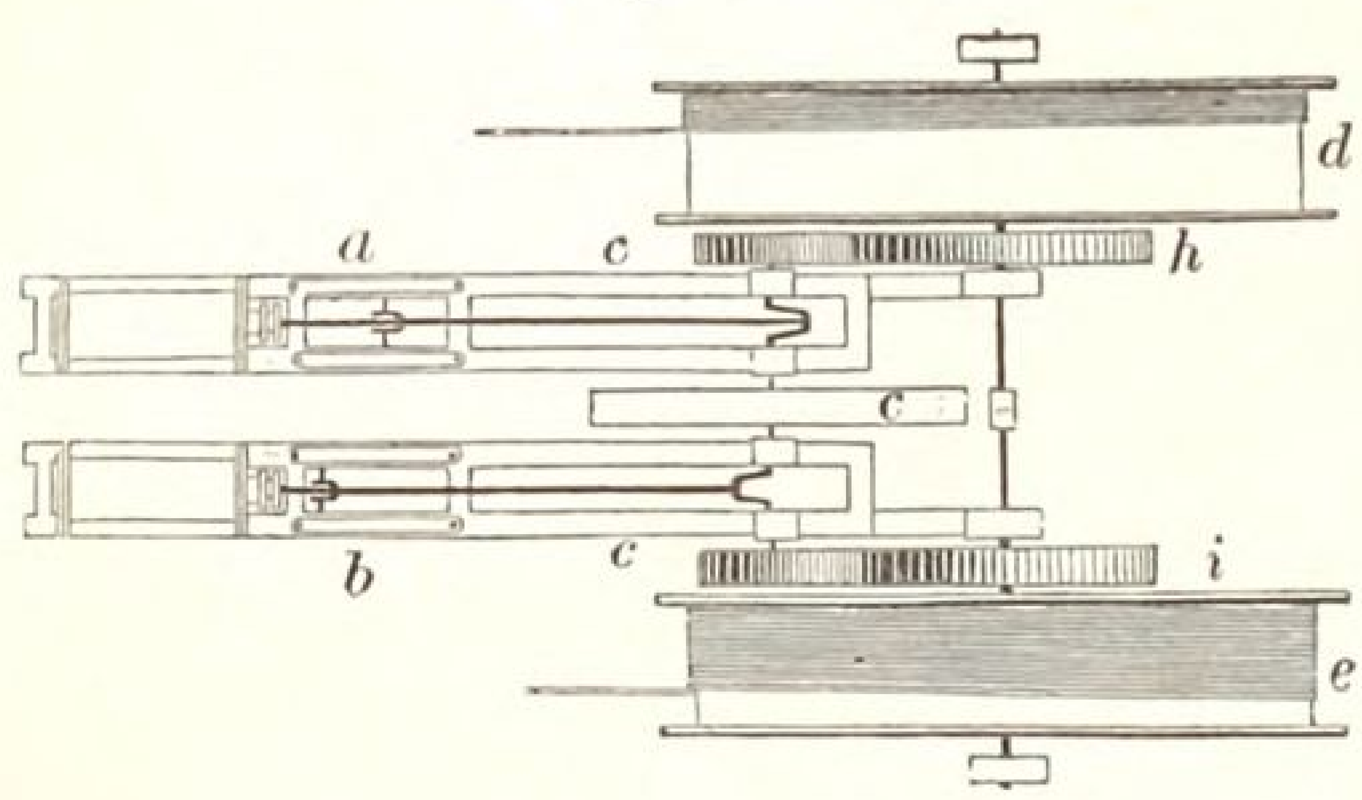
tungen angebracht, nämlich **erstens** längs der ganzen Bahn sogenannte Fangbäume, zwischen welchen beim Seilbruche die Wagen festgehalten werden, und **zweitens** besondere, mit der Hakenzugstange eines jeden Wagens an geeigneten Hebeln befestigte Gewichte, welche beim Reissen des Seiles niederfallen und dadurch verzahnte Scheiben ebenfalls fest an die seitlich angebrachten Fangbäume pressen[1]).

Bei einer fast ganz gleichen neueren (erst 1873 eröffneten) Eisenbahn mit Drahtseilbetrieb, und zwar am Leopoldsberge bei Wien, hat

1) In unserer Quelle, S. 182, ausführlich beschrieben und durch Abbildungen auf Blatt 22 erläutert.

man die Erfahrungen benutzt, welche seit 1870 an der Ofener Bahn gemacht wurden. Vor allem placirte man hier die Betriebsdampfmaschine, Fig. 153, auf dem Scheitel der Bahn (statt am Fusse derselben, Fig. 152), sodann verbesserte man die Disposition der Dampfmaschine dahin, dass deren Schwungradwelle parallel zur Seiltrommelwelle liegt (statt in rechtwinkliger Richtung wie bei gedachter Welle der Ofener Bahn), wodurch der ganze Maschinencomplex nicht nur gedrängter (rationeller) wurde, sondern auch die Kegelradvorgelege durch Cylinder- oder Stirnradvorgelege ersetzt werden konnten. Die Disposition der Leopoldsberger Betriebs-Maschinen-Anordnung lässt Fig. 153 erkennen, wozu noch nachstehende Bemerkungen gefügt werden mögen [1]). Von den beiden gekuppelten Dampfmaschinen mit horizontalliegenden Cylindern *a* und *b* hat jede 24 (Wiener) Zoll (0,63 Meter) Kolbendurchmesser und $6^1/_3$ Fuss (1,90 Meter) Kolbenhub. Bei einer Dampfspannung von 6 Atmosphären Ueberdruck (in den vorhandenen Röhrendampfkesseln) macht die Schwungradwelle *c* durchschnittlich 17 Umläufe pro Minute. Mittelst der Stirnradvorgelege *hi* wird die Bewegung auf die Seiltrommeln *d* und *e* übergetragen und dabei die Tourenzahl der letzteren auf die Hälfte der Schwungradwelle herabgezogen. Hiernach machen die 22 Fuss (6,30 Meter) im Durchmesser haltenden Trommeln *d* und *e* je $\frac{17}{2}$ Umläufe pro Minute und das sich in 33 spiralförmigen Spuren auf die Trommeln wickelnde Seil läuft ungefähr mit $3^1/_4$ Meter Geschwindigkeit pro Secunde auf und ab.

Fig. 153.



Das von Felten & Guilleaume in Köln (Seite 141) bezogene Drahtseil hat 50 Millimeter Durchmesser und besteht aus 114 Drähten, wovon jeder 3 Millimeter dick ist.

Dass sich die Seile der Trommeln *d* und *e* derartig nach entgegengesetzten Richtungen auf- und abwickeln [2]), immer ein Seil abläuft, während das andere aufläuft, bedarf wohl ebensowenig einer Auseinandersetzung, wie die Nothwendigkeit der Drehrichtungsveränderung der Trommeln zum Abwechseln des Auf- und Abfahrens der Personenwagen auf der geneigten Eisenbahn. Zur betreffenden

1) Ausführlicher im „Engineering" vom 13. März 1874, S. 189.

2) Zur gehörigen Leitung des Seiles an den Auf- und Ablaufstellen der Trommeln *d* und *e* wird auch hier eine Schraubenführung benutzt, ähnlich wie beim Gerstner'schen Pferde-Göpel (Seite 136), wie bei der Seiltrommel der Saarbrückener Steinkohlengrube v. d. Heydt. 'Zeitschr. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im preuss. Staate. Bd. X, S. 294, und endlich wie bei J. Craven's zu Wakefield Seiltrommel im Engineering. März 1871, pag. 216, sowie hieraus im Polytechn. Centralblatte, Jahrg. 1871, S. 681.

Bewegungsumsetzung der Dampfmaschine (Umsteuerung derselben) wird auch hier die Stephenson'sche Coulisse benutzt. Dass jeder Waggon *a* und *b* an seinem eigenen mit dem anderen nicht in Verbindung stehenden Drahtseile hängt, dessen oberes Ende am Umfange der betreffenden Trommel befestigt ist, werde hier zur Vermeidung von Missverständnissen nachträglich besonders bemerkt. Die Waggons sind zur Aufnahme von je 100 Personen eingerichtet, wovon 60 in den unteren 6 Coupés, 40 aber im Imperiale Platz finden.

Die Sicherheitsvorrichtung gegen das Hinabrollen eines Waggons im Falle eines Bruches des Zugseiles besteht in der Verwendung eines zweiten Seiles von gleicher Stärke wie ersteres, welches (letztere) an beiden Waggons befestigt ist, über eine unter dem Fussboden der oberen Station angebrachten, schwach gegen den Horizont geneigten Seilscheibe von dem der Gleisedistanz[1]) (gleich 6 Meter) entsprechenden Durchmesser geht und beim normalen Gange der Maschine todt mitläuft. Sowohl die Seilscheibe für das Sicherheitsseil als auch die Seiltrommeln für die Betriebsseile sind überdies mit geeigneten Bremsvorrichtungen ausgestattet. Die Totallänge der ganzen, in verticaler Ebene etwas, und zwar ein paar Mal gekrümmten, sonst ganz geraden Bahn beträgt 2400 Wiener Fuss, wobei sie sich auf die verticale Höhe von 720 Fuss erhebt, so dass die Steigung (durchschnittlich) circa $^1/_3$ beträgt[2]).

Wir benutzen die Gelegenheit, hier an die bereits Bd. 3, S. 188 (erste Auflage) und S. 230 (zweite Auflage) (kurz) besprochene Eisenbahn in Lyon zu erinnern, welche mit $\frac{1}{6}$ $\left(\text{genauer}\,\frac{70^{\text{m.}}}{489{,}2^{\text{m.}}}\right)$ Ansteigung den niedrig liegenden Stadttheil „Les Terreaux" mit dem höher liegenden „La Croix-Rousse" sowohl für Zwecke des Personen- wie Güterverkehrs verbindet[3]). Das hier verwendete Drahtseil, bestehend aus 252 Drähten (je 36 Drähte in 7 Litzen), jeder von 2 Millimeter Dicke, hat einer Zugspannung von 9000 Kilogramm zu widerstehen. An jedem Ende dieses Seiles ist in der Regel ein aus drei Waggons gebildeter Zug angehängt. Jeder dieser Waggons, aus zwei übereinander angebrachten Abtheilungen bestehend, kann 54 Personen, also ein Zug 162 Personen aufnehmen. Geeignete Dampfmaschinen von zusammen 300 Pferdekraft (am Scheitel der 482,20 Meter langen schiefen Ebene aufgestellt) setzen eine Seiltrommel von 4,50 Meter Durchmesser in Umdrehung, wodurch

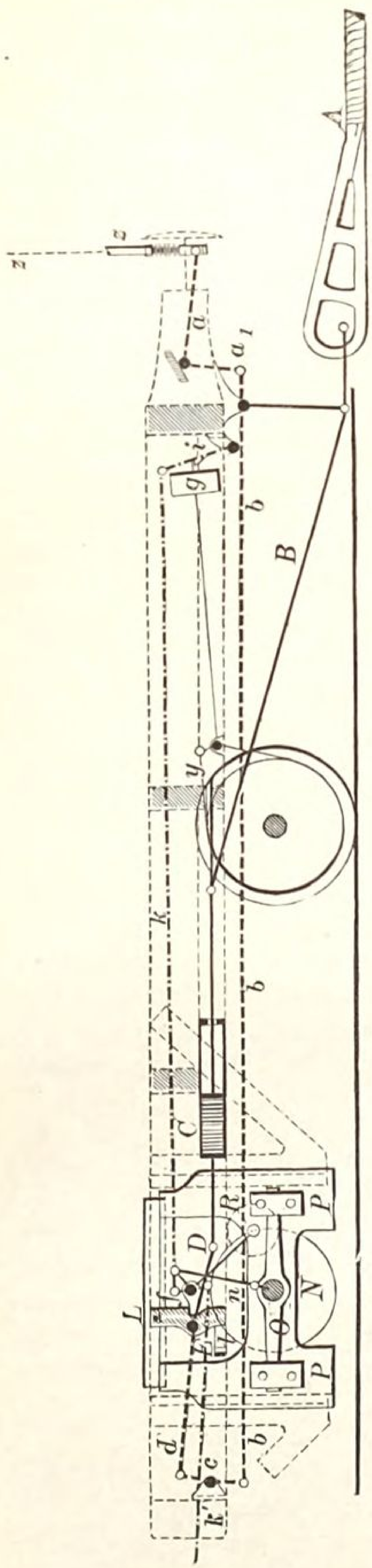
1) Die Spurweite jedes der beiden nebeneinander liegenden Bahngleise der schiefen Ebene beträgt 1,90 Meter.

2) Seit Abfassung obiger Erörterungen (für die erste Auflage unseres Buches) wurde 1875 diese Seilbahn, um der Concurrenz ein Ende zu machen, von der Zahnstangen-Eisenbahngesellschaft des benachbarten Kahlenberges angekauft und völlig abgetragen. Man sehe hierüber (Kohn's Bericht) im Bd. IX, Jahrgang 1876, pag. 631, des Eisenbahn-Jahrbuches der österr.-ungarischen Monarchie.

3) Ausführlicher beschrieben und erörtert in folgenden Quellen:

Molinos et Pronnier, Chemin de Fer de Lyon à la Croix-Rousse. Paris 1826 und hieraus (auszugsweise) in Förster's Bauzeitung, Jahrg. 29 (1864), S. 79. Ferner in den Annales des Mines, 1861, pag. 621 und im Polytechnischen Centralblatte. Jahrgang 1866, S. 634.

Fig. 154.



gleichzeitig ein Train aufwärts, der andere abwärts bewegt wird und demgemäss bei jeder Fahrt in Summa 324 Personen befördert werden können. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 2 bis $2^2/_3$ Meter pro Secunde.

Zur regelmässigen Auf- und Abwickelung des Betriebsseiles ist auch hier eine entsprechende Leitung mit Schraubenbewegung, ähnlich der angeordnet, welche bereits S. 166, Note 2 erörtert wurde[1]).

Zur Sicherung der Fahrenden bei etwaigen Seil-, Maschinen- oder Waggon-Brüchen sind hier zwei verschiedene Gattungen von Bremsen angebracht, nämlich Bandbremsen, welche gegen die Räder der Bahnwagen wirken und Zangenbremsen, welche die Köpfe der Bahnschienen zwischen sich klemmen. Die Figuren 154, 155 und 156 lassen Construction und Wirksamkeit dieser Zangenbremsen erkennen. Wir kommen hierauf zurück, nachdem (zuerst) folgende Bemerkungen Platz gefunden haben.

Gegen Ende der siebenziger Jahre (1878) hat man in Lyon den westlich liegenden Stadttheil Fourvière St. Just, ebenfalls mit einer für Personen- und Güterverkehr bestimmten Seilbahn ausgestattet, worüber die unten verzeichnete Quelle ausführlich Auskunft giebt[2]).

Diese Bahn hat eine Länge von 821,96 m. und eine Höhe von 97,66 m., so dass deren Steigungsverhältniss $\frac{9762}{82196} = \frac{1}{8,42}$ beträgt.

Die Zugseile bestehen hier aus Martin-Stahl (aus der Fabrik eines Herrn Stein in Danjoutin bei Belfort), haben 45 Millimeter Durchmesser, während ihr Metallquerschnitt 670 Quadratmillimeter und die Zugspannung, der sie Widerstand zu leisten haben, 7600 Kilogramm beträgt.

1) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-W. d. preuss. Staates. Bd. X, S. 294.

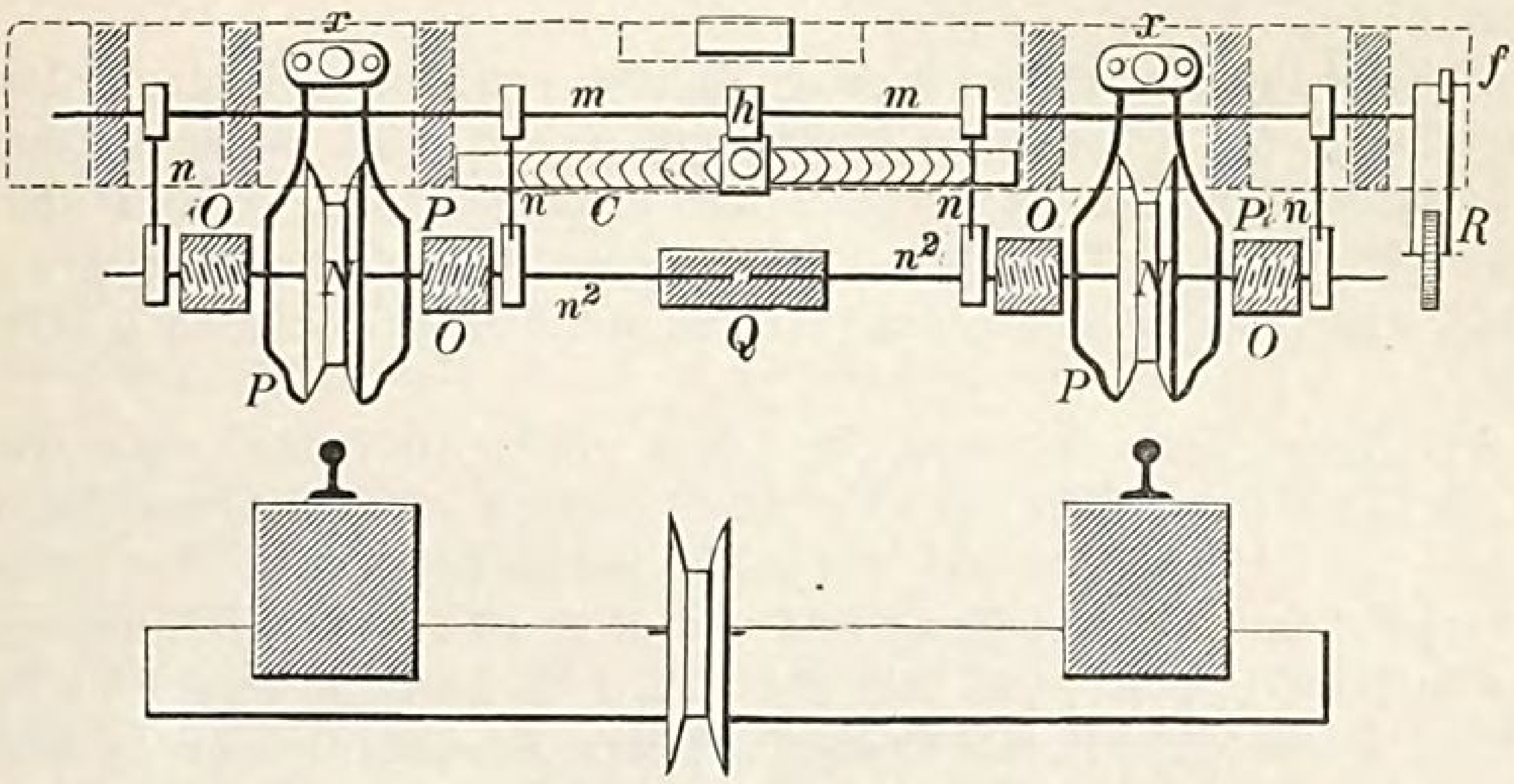
2) „Revue générale des chemins de fer". Vol. V, 1882, 2e Semestre, pag. 77 et pag. 163 unter der Ueberschrift: „Notice sur le chemin de fer funiculaire de Lyon à Fourvière et Saint-Just". Par M. Grivet, Ingenieur à Lyon.

Die Betriebsdampfmaschine kann im Maximum 240 Pferdekräfte entwickeln.

Nach dieser Einschaltung wenden wir uns nun zur Beschreibung und Erörterung der bereits genannten und hier folgenden Abbildungen Fig. 154, 155 u. 156.

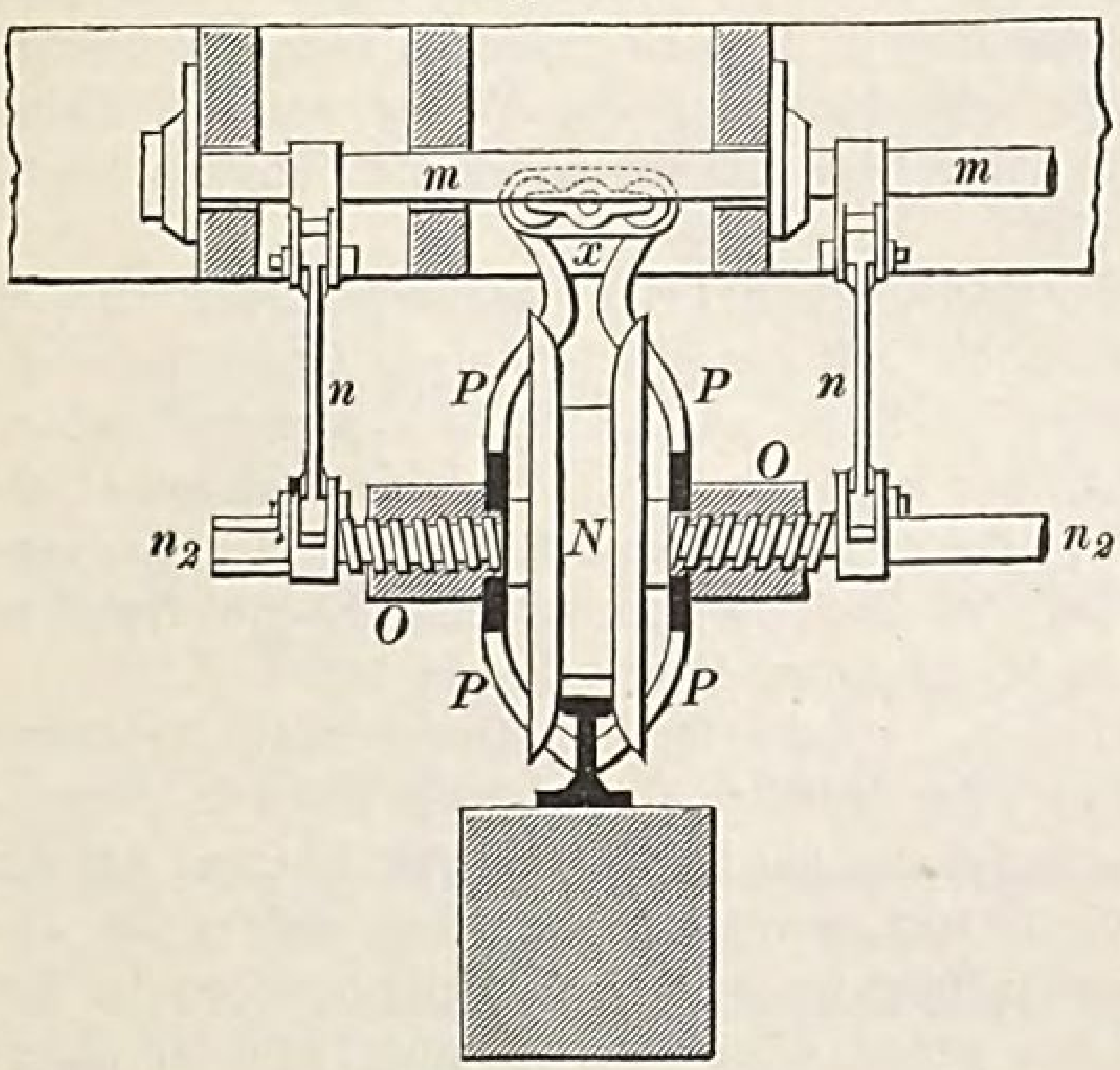
Reisst das in Fig. 154 in grösserem Maassstabe skizzirte Zugseil *A*, so wird eine vorher in einer Zugstange *B* vorhandene Spannung aufgehoben, und

Fig. 155.



eine Feder *C* macht sich durch ihre Ausdehnung bemerkbar. Durch diese Ausdehnung verschiebt sich der Kopf einer Federstange *D*, wodurch weiter ein in *L* aufgehangenes Pendel *E L E* eine Schwingung nach links macht und dadurch ein Daumen *h* (Fig. 155) ausser Berührung mit dem Pendel kommt. An der Welle *m* dieses Daumens hängen, mittelst Kurbeln und Verbindungsstangen *n*, zwei andere parallele Wellen $n^2 n^2$, die durch einen Muff *Q* mit einander verkuppelt sind und welche zur Aufnahme von Keilrädern *N N*, Zangen *P P* und Traversen *O O* dienen.

Fig. 156.



Sämmtliche zuletzt genannten Theile fallen durch ihr eigenes Gewicht herab, sobald der vorerwähnte Daumen *h* frei wird. Die Keilräder *N N* fallen gegen die Bahnschienen, nehmen die Lage ein, welche in Fig. 156 (in grösserem Maasstabe) gezeichnet ist und werden zufolge der entstehenden Reibung gezwungen, beim Fortlauf des Wagens sich zu drehen, an welcher Drehung auch die Achsen $n^2 n^2$ Theil nehmen.

Wie die Fig. 155 und 156 erkennen lassen, sind diese Achsen mit flachen und zwar beziehungsweise mit rechts- und linksgängigen Schrauben versehen, deren Muttern sich im Innern der bereits genannten Traversen *O* befinden. Durch Drehung der Achsen $n^2 n^2$ nähern sich die Schraubenmuttern *O O* einander und pressen die Backen der Zangen *P P* zusammen. Dabei umfassen die unteren Zangenenden die Schienenköpfe und veranlassen nach und nach eine immer energischer werdende Bremsung der Räder *N* und damit des ganzen Wagens.

Noch ist aber ein weiteres Bremsen dadurch erreicht, dass mit der Daumenwelle *m* auch die Kurbel *f* in Umdrehung gesetzt wird, wodurch Stangen *k* und *k'* beziehungsweise nach rechts und links geschoben werden und auch Hebel *i* (Fig. 154) in Thätigkeit treten. Diese Hebel lassen Gewichte *g* herabfallen, wodurch gleichzeitig das Anziehen von vier Bandbremsen *y* (Fig. 154) erfolgt.

Um beide Bremswirkungen in Action treten zu lassen, ohne dass ein Bruch des Zugseiles erfolgt, ist eine Anordnung *z z* vorhanden, aus Zugstange, Schraube und Mutter bestehend, wie solche bei Backenbremsen der Eisenbahn-Fuhrwerke längst in Anwendung sind und u. A. sich im Bd. III unserer „Allgemeinen Maschinenlehre", S. 223 und S. 278 (2. Auflage) abgebildet und beschrieben vorfinden. Durch Umdrehung der Schraubenspindel *z* wird der Winkelhebel $a a_1$ gedreht, die Zugstange *b* verschoben, die Kurbelwelle *c* in Umdrehung gesetzt und endlich durch die Stangen *d* das Pendel *L E* nach links bewegt etc.

Das Lockern der fest an die Eisenbahnschienen gepressten Zangen *P P* geschieht durch Lösen von Keilen, die in unseren Abbildungen weggelassen wurden. Noch dürfte einer Rolle *R* (Fig. 154) zu gedenken sein, welche zum Auflaufen bestimmt ist, damit beim Eintreffen der Wagen auf den Haltestationen die Daumwelle *m* in ihrer Lage beharrrt (sich nicht drehen kann), obgleich der Daumen *h* frei wird.

Nach den Angaben unserer Quelle [1]) bringt die gemeinschaftliche Wirkung der Zangen- und Backenbremsen die mit der gleichförmigen Geschwindigkeit von 4 Meter pro Secunde fahrenden Züge, nach absichtlich hervorgebrachten Seilbrüchen, schon zum Stillstande, wenn ein Weg von 7 bis 8 Meter durchlaufen ist. Jedenfalls spricht die Thatsache für diese Bremsmethode, dass man nach 26jähriger Erfahrung bei der Croix-Rousse schiefen Ebene dieselben „Freins auto-moteurs" wieder in Anwendung gebracht hat.

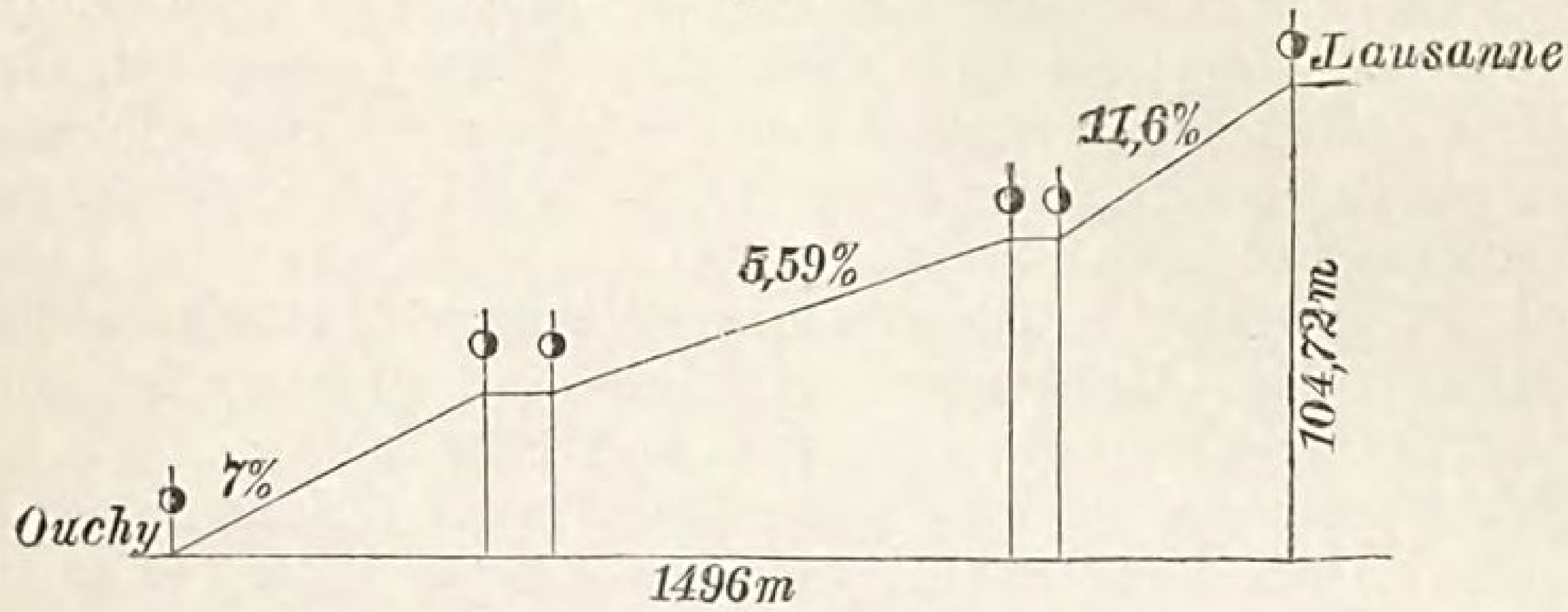
Obwohl für neue Eisenbahnen, welche für den Grossverkehr bestimmt sind (für sogenannte Weltbahnen), der Seilbetrieb wohl kaum mehr in Anwendung kommen wird, in dieser Beziehung die beiden schiefen Ebenen, auf der Strecke Lüttich-Ans [2]), wohl die letzten gewesen sein dürften, welche (im Anfange der vierziger Jahre) zur Ausführung gelangten und lange Zeit im Betriebe waren, — so hat man doch in jüngster Zeit für sogenannte Secundärbahnen dieselben wieder aufgenommen.

1) „Revue générale des chemins de fer". 1882. 2. Semestre, pag. 165.

2) Erste Auflage der „Allgemeinen Maschinenlehre", Bd. IV, S. 450 und 451. Ferner „Annales des ponts et chaussées". Jahrgang 1843, 3e. Série, pag. 129 und „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens". Bd. 4 (1849), S. 5.

Eine der interessantesten dieser Seilbahnen ist die von Ouchy (am Genfer-See) nach Lausanne, deren Hauptdimensionen und Steigungsverhältnisse die Skizze Fig. 157 erkennen lässt[1]).

Fig. 157.

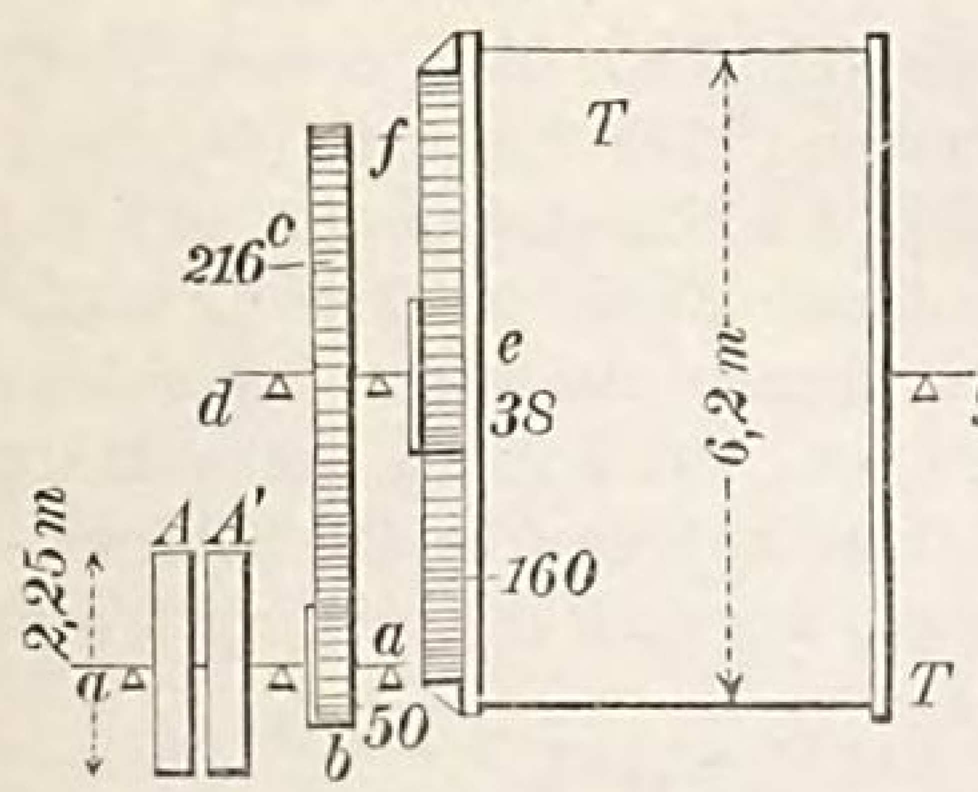


Das zunächst Eigenthümliche des Betriebes dieser schiefen Ebene besteht darin, dass der betreffende Motor eine Schwamkrug-Girard-Turbine ist (Bd. 1, S. 389, zweite Auflage) und zwar als sogenanntes Kehrrad construirt (Bd. IV, S. 435, erste Auflage und Bd. IV, S. 153, zweite Auflage), um abwechselnd die Umdrehung bald links, bald rechts ausführen zu können, wie dies das Aufziehen und Herablassen der Eisenbahnzüge verlangt.

Unsere Skizze Fig. 158 zeigt die Disposition dieser Betriebsanlage.

Die Druckturbinen A und A' haben $2^1/_4$ Meter Durchmesser[2]) und sollen je nach dem Gefälle des Aufschlagwassers, welches 140 bis 180 Meter beträgt, je nachdem das Wasser einem niederen oder höher gelegenen Sammelbassin entnommen wird, bis zu 350 Umläufe pro Minute machen. Auch soll die secundlich zur Disposition stehende Wassermenge 238 Liter betragen.

Fig. 158.



Bei meinem Besuche beobachtete ich, dass die 6,20 Meter im Durchmesser haltende Seiltrommel T pro Minute 15 Umläufe machte, wonach sich die Zahl der gleichzeitigen Turbinen-Touren berechnen würde zu $15 \cdot \frac{160}{38} \cdot \frac{216}{50} = 273$ (rund gerechnet und vorausgesetzt, dass ich die Zähnezahl der beiden Zahnradvorgelege richtig notirt habe). Die Fördergeschwindigkeit würde hiernach $\frac{6{,}2 \cdot 3{,}14 \cdot 15}{60}$

1) Hannoversches Wochenblatt für Handel und Gewerbe. Jahrgang 1877, Seite 360 und Jahrgang 1878, S. 607.

Ausführlicher in der „Schweizerischen Zeitschrift für Bau- und Verkehrswesen", Bd. IX, Nr. 6, pag. 37 unter der Ueberschrift: „Le chemin de fer funiculaire Lausanne-Ouchy". Ferner in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins (Original-Artikel von Reiter). XXXII. Jahrgang (1880), S. 1 und 17.

2) Der Verfasser besichtigte diese Anlage am 28. August 1877, wurde Seitens

= 4,847 m. pro Secunde gewesen sein. Die runden Zug-Drahtseile hatten circa 30 mm. Durchmesser und stammten aus der Fabrik von Felten & Guilleaume (S. 141).

Ausser den gewöhnlichen gegen die Radbandagen der Eisenbahnwagen wirkenden Backenbremsen hatte man besondere Radschuhbremsen (Keilbremsen) (auf besonderen stets mitlaufenden Wagen) angeordnet, die beim Bruche des Förderseiles in Action traten. Abbildung und Beschreibung dieser Nothbremsen finden sich in der Beilage zu Nr. 5, Vol. VII (1877) der Schweizerischen Zeitschrift „Die Eisenbahn".

Zu den allerjüngsten Gebirgsbahnen mit Seilbetrieb gehören endlich die Riggenbach'schen Ausführungen am Giessbach (Brienzer See) und die Seilbahn Teritet-Clion bei Montereux (am Genfer See).

Beide Bahnen sind eingleisig (mit entsprechenden Weichen in der Mitte) und haben die Eigenthümlichkeit, dass kein directer Motor (weder Dampfmaschine noch Wasserrad) vorhanden ist, sondern je ein besonderer Wagen benutzt wird, den man an höchster Stelle mit Wasser füllt und dessen totales, relatives Gewicht beim Hinablaufen auf der Bahn gleichzeitig die Aufwärtsbewegung eines zweiten Zuges veranlasst. Damit jedoch (ungeachtet des nur einen Eisenbahngleises) die in der Mitte der Bahn sich begegnenden Züge an einander vorbeizufahren im Stande sind, hat man (in der Mitte) eine Weiche von der Art hergestellt, wie solche jetzt überall bei den Pferdeeisenbahnen der Städte im Gebrauche sind (d. h. auf dieser kurzen Strecke ist die Bahn zweigleisig).

Speciell die Giessbach-Seilbahn anlangend[1]) hat diese eine Länge von 346,15 m. bei einer durchschnittlichen Steigung von $\frac{28}{100} = \frac{1}{3,57}$, wozu bemerkt werden mag, dass sich die Haltstelle (oben vor dem neuen Hôtel) 93,33 m. über der Station am Brienzer See befindet. Die Spurweite der Bahn beträgt nur 1 Meter (d. h. sie ist schmalspurig). Als Sicherheitsmittel während der Fahrt (so lange kein Seilbruch eintritt) dienen zwei von einander unabhängige Handbackenbremsen, wovon je eine Bremse aus einer Schraubenbremse besteht, welche vom Standpunkte des Führers aus gehandhabt werden kann. Als drittes Sicherheitsmittel hat man zwischen beiden Schienengleisen eine (Riggenbach'sche) Zahnstange angebracht, die mit dem

der Herren Ingenieure zwar zuvorkommend aufgenommen, indess zeigte man sich hinsichtlich der bei der Construction gewählten Dimensionen der Turbinen etwas zurückhaltend, so wie es auch nicht gern gesehen wurde (an Ort und Stelle) zu skizziren.

Das Personal schien hierin der Instruction Callon's in Paris zu folgen, der nach Girard's Tode die Turbinen des letzteren vorzugsweise ausführte. Hiernach kann ich auch die völlige Richtigkeit der angegebenen Zahlenwerthe nicht verbürgen.

1) Der Ingenieur Roman Abt des Bahnbaues hat eine lesenswerthe, mit Abbildungen begleitete Schrift über die Giessbach-Seilbahn veröffentlicht, welche das 16. Heft der bei Füssli & Co. in Zürich erscheinenden „Technischen Mittheilungen" bildet und 1880 erschienen ist.

zugehörigen Zahngetrieb jedoch erst in Wirksamkeit tritt, sobald ein Seilbruch erfolgt. Da in der unten notirten Abt'schen Schrift, die zum Verständniss der ganzen Wirksamkeit dieser dritten Sicherheitsanordnung, nicht (deutlich genug) Details abgebildet sind, so ergänzen wir unsere Beschreibung durch die von Riggenbach bei der Seilbahn Teritet-Clion getroffenen Anordnung.

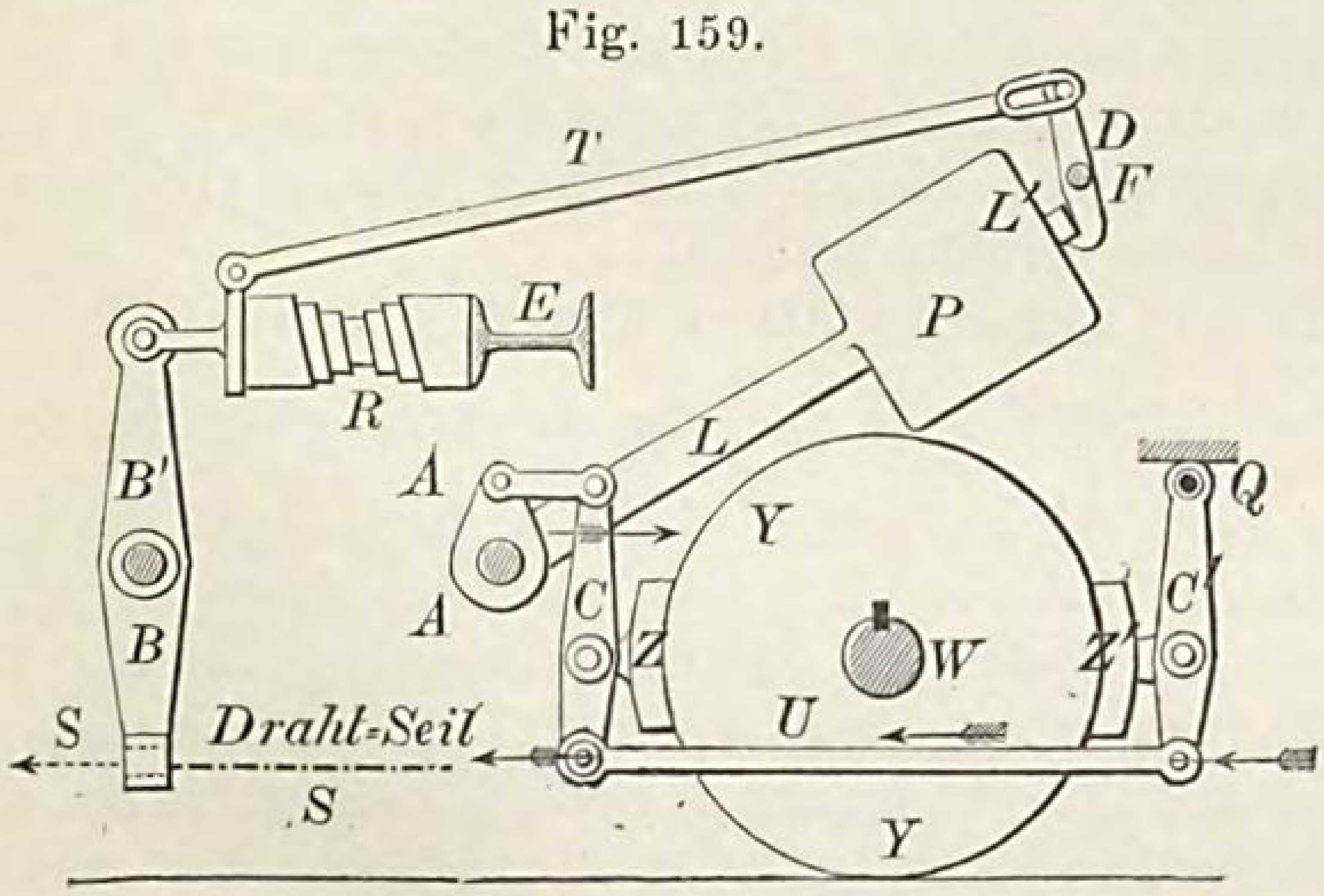
Nach der uns vorliegenden „Secundärbahn-Zeitung" vom 3. Novbr. 1883, S. 441, bildet diese Bahn eine gebrochene Linie, derartig, dass sie in Teritet mit 30 Procent oder $^3/_{10}$ Steigung auf 91 Meter beginnt und sich nach und nach bis auf 57 Procent oder circa $^4/_7$ vermehrt, welche grösste Steigung in der letzten 345,2 Meter Bahnlänge beibehalten ist. In einer anderen uns vorliegenden Quelle[1]) wird die Bahnlänge, nach den Eisenbahnschienen gemessen, zu 674 Meter und deren totale Erhebung zu 312 Meter angegeben.

Die Spurweite der Bahn beträgt ebenfalls nur ein Meter, ihre Richtung ist durchaus geradlinig. Wie bei der Giessbachbahn ist auch hier das Drahtseil mit der Zahnstange combinirt in Anwendung gebracht, indess sind hier die Schienengleise für jeden Wagen separat durchgeführt, oben und unten dicht neben einander liegend. In der Mitte der Bahn sind jedoch die Gleise auf eine für die Kreuzung nöthige Breite auseinander gezogen, so dass hier die Breite des Bahnplanums zwischen 3 und 5 Meter variirt.

Die auf dieser doppelgleisigen Bahn laufenden Wagen bewegen sich (wie am Giessbache) durch das Uebergewicht des abwärts fahrenden Wagens, welches durch Wasser hergestellt wird.

Für den Fall eines Seilbruches hat man auch hier die bei der Giessbachbahn benutzte Zahnradhemmung (mit Zahnstange) in Anwendung gebracht, jedoch mit einer wesentlichen Verbesserung, wie aus beifolgender Skizze, Fig. 159, erhellt[2]).

Fig. 159.



Statt nämlich, wie bei der Giessbachbahn, das Zugseil SS direct an der Verlängerung eines mit schwerem Gewichte P versehenen Hebels AL anzubringen, welches durch seinen Zug den Hebel in die Höhe hielt, um beim Seilbruche durch Herunterfallen desselben die Bremsklötze ZZ' gegen die Bremsscheiben der Zahnradwelle anzudrücken, be-

1) Der Chicago „American Engineer" vom 22. Februar 1884, pag. 72 (nach dem Pariser „Génie Civil"). Hierbei sind auch perspectivisch gezeichnete Abbildungen geliefert.

2) Der Verfasser entlehnte die Abbildung dem vorgenannten „American Engineer", während die von K. Müller in der Secundärbahnzeitung vom 3. Nov. 1883, S. 442 und S. 443 gelieferten Skizzen von Fig. 159 etwas abweichen.

festigte man das Seil an dem einen Ende eines Zwischenhebels *BB'*, während dessen anderes Ende mit einer starken Schneckenfeder *R* (Bd. III, S. 219 der „Allgemeinen Maschinenlehre") in Verbindung steht, die sich gegen einen sehr festen Träger *E* stemmt. Was beim Reissen des Seiles *S* geschieht, erklärt sich aus den übrigen Anordnungen von selbst, d. h. die Feder *R* wird nach links hin frei, schiebt den oberen Hebelarm *B'* ebenfalls nach links, wodurch auch die Schubstange *T* nach links verschoben, das Klinkwerk *DF* ausser Eingriff mit dem freien Ende des Hebels *LL'* gebracht und das sofort abwärts ziehende Gewicht *P* eine Drehung des Hebels um dessen Stützpunkt *A* veranlasst. Da nun die Arme *AA'* und *LL'* einen unveränderlichen spitzen Winkel mit einander einschliessen, so wird, durch diese Verdrehung von *AA' LL'* nach rechts, auch der Arm *C* nach rechts geschoben und der Bremsbacken *Z* gegen das auf der Welle *W* festgekeilte Rad *YY* gepresst etc. Mittelst einer Art Kuppelstange *U* und eines in *Q* fest aufgehangenen Armes *C'* wird dann auch gleichzeitig der zweite Bremsbacken *Z'* angedrückt, das Rad *Y* folglich von zwei Seiten gebremst.

Während dieses Vorganges hat man aber auch Zeit gehabt, das Trieb der Zahnstange so mit dem Wagen in feste Verbindung zu bringen, dass derselbe Zustand eintritt, als geschehe der Betrieb durch Zahnstange und Zahnrad und nicht durch ein Drahtseil.

Unsere Quellen berichten ferner noch über eine dritte Bremsanordnung, welche auf der Comprimirung von atmosphärischer Luft in einem besonderen Cylinder beruht und deren Kolben, beim Seilbruche, noch andere Backenbremsen zur Wirkung bringt.

Schliesslich werde noch der 1880 eröffneten Drahtseilbahn auf den Vesuv bei Neapel insofern gedacht, als damit ein schon vom Oberbergrath Bader in Bayern vorgeschlagenes und vom englischen Ingenieur Palmer zuerst (in England) ausgeführtes Bahnsystem, aus einem einzigen Schienenstrange bestehend, wieder ins Leben gerufen wurde[1]).

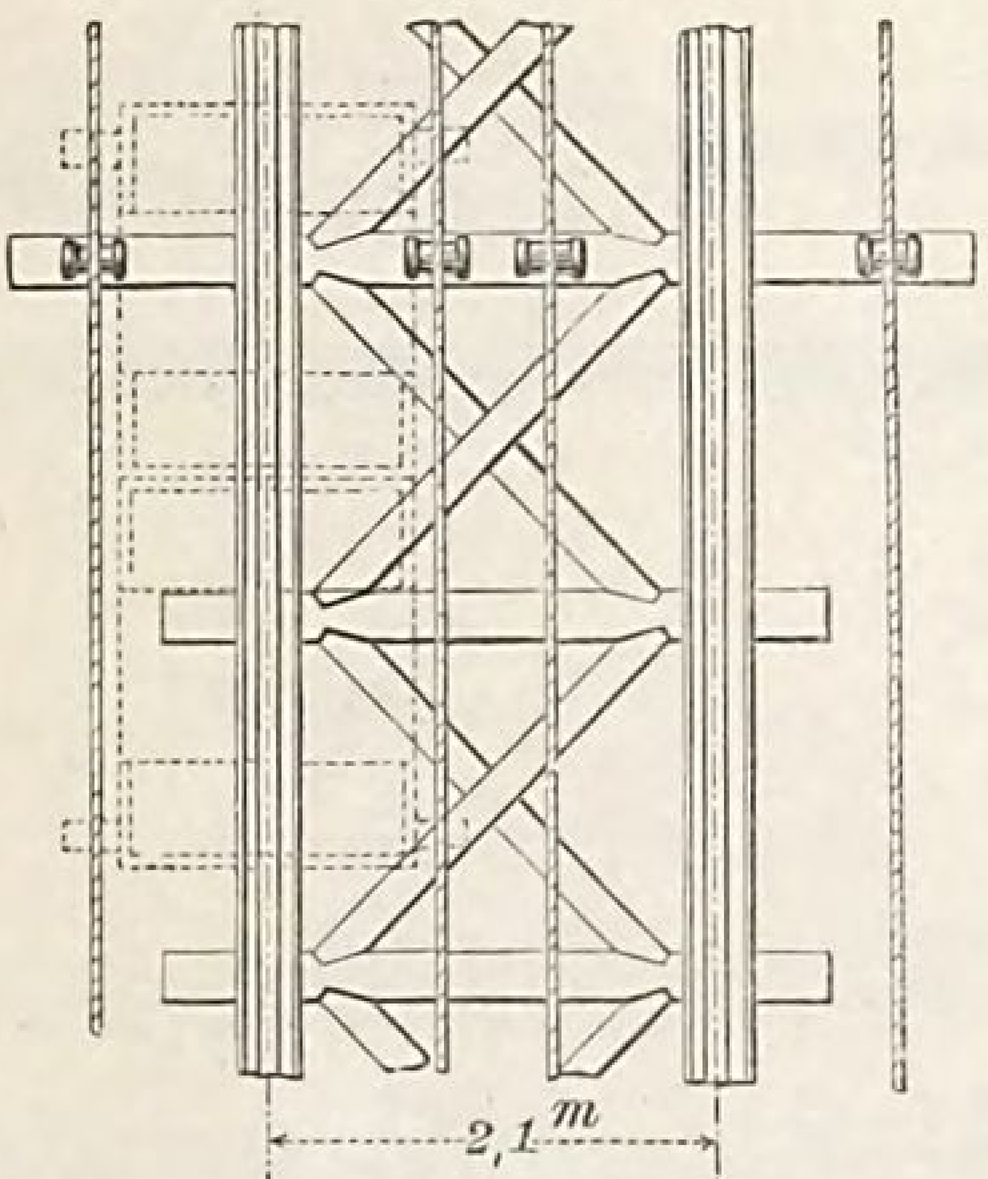
Der Anfang dieser Bahn[2]) liegt circa 700 m. über dem Meere, ist 820 m. lang und ersteigt mit durchschnittlich $\frac{10}{15} = \frac{2}{3}$ den meerseitig gelegenen Bergkegel bis zur Basis des eigentlichen Kraters. Da der Aschenkegel des letzteren stellenweis fast 60 Grad Steigung hat und dabei mit fusshoher Asche bedeckt ist, so war ein anderes System als Drahtseilbahn ausgeschlossen. Die Hauptschwierigkeit lag überdies in den Fundamentirungsarbeiten der Anfangs- und Endstation, sowie in der Befestigung der Schwellen beziehungsweise des Unterbaues, welcher letztere auf erstarrten Lavaströmen errichtet werden musste. Wie unsere Abbildungen Fig. 160 und 161 erkennen lassen, laufen die kleinen Personenwagen (jeder zwei Coupees zu 4 Personen) auf je einer einzigen auf einer Langschwelle befestigten Schiene. Hierzu ist jeder Wagen mit zwei Lauf-

1) Gerstner's Handbuch der Mechanik, Bd. 1, S. 621. Ferner des Verfassers Artikel „Eisenbahnen" in der zweiten Auflage von Karmarsch und Heeren's Handbuche der Gewerbekunde, S. 626 ff.

2) Heusinger's „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens", Jahrgang 1881, S. 212, mit Abbild. auf Tafel XXII.

rädern, das eine vorn, das andere hinten, ausgestattet, überdies aber an seinem eisernen Untergestell mit seitlich (conisch gestalteten) Leitrollen versehen, welche gegen Seitenschienen der Langschwellen laufen.

Fig. 160.



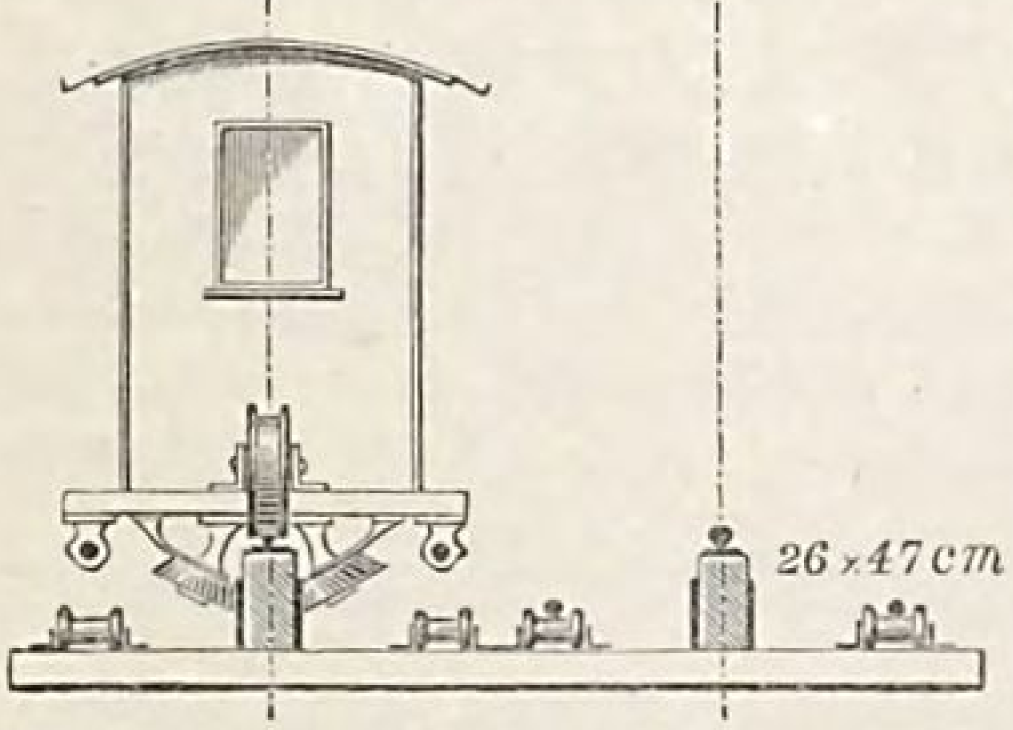


Fig. 161.

Jeder Wagen ist, zur grösseren Sicherheit, mit zwei Drahtseilen von 25 mm. Dicke (aus 50 Stahldrähten gebildet) versehen und letztere alle 15 Meter über Leitrollen geführt.

Die Betriebsdampfmaschine (von circa 30 Pferdekräften) befindet sich am Fusse der Bahn, woselbst auch ein Sammelbassin für das erforderliche Kesselspeisewasser vorhanden ist. Dies Speisewasser wird als Regenwasser auf grossen flachen Dächern aufgefangen und in das Sammelbassin geleitet, da natürliche Brunnen auf einem Vulcan nicht zu graben waren. Zuweilen muss auch Wasser mühsam und kostspielig von unten in Fässern auf Eseln heraufgeschleppt werden.

Von den angebrachten Sicherheitsbremsen (gezahnte Backen etc.) hat der Berichterstatter unserer Quelle keine gute Meinung.

Ein ganz eigenthümlicher Transport auf schiefen Ebenen unter Verwendung endloser Seile findet in Preussen auf einer Strecke des 1861 eröffneten oberländischen Canales zwischen der Stadt Elbing und dem Pinnauer See statt. Statt nämlich bedeutende Höhendifferenzen des genannten Canales durch Schleussen zu überwinden (wobei im betreffenden Falle deren 15 mit 32 Kammern nothwendig geworden wären), hat man an vier Stellen geneigte Ebenen angelegt, auf deren Eisenbahnen grosse Wagen laufen, die zur Aufnahme der Canalschiffe dienen und wobei man Wasserkraft (rückenschlägige Räder) als Motor benutzt[1]).

Das Hauptsächlichste der Betriebsanordnung einer dieser schiefen Ebenen (der bei Kanthen) erhellt aus den Fig. 162 und 163.

1) Die Eisenbahnen haben die colossale Spurweite von 10 Fuss rheinisch (3,13 Meter), die Länge der Wagen im Boden beträgt 64 Fuss bei einer lichten Weite derselben von 10 Fuss. Die Canalschiffe sind 78 Fuss lang und 8 Fuss (am Boden) breit. Die betreffenden Gewichte sind folgende: Wagengewicht = 521 Centner, Schiffsgewicht = 156 Centner, grösste Ladung = 1000 Centner. Ausführlich handelt über die ganze Canalanlage unter der Ueberschrift: „Der Elbing-Oberländische Canal" ein Aufsatz des Baumeisters Schmid in Erbkam's „Zeitschrift für Bauwesen". Jahrgang XI (1861), S. 150.

Durch Wasser, welches aus der oberen Canalleitung seitwärts durch eiserne Rohre *a* (Fig. 163) abgeleitet ist, wird ein rückenschlägiges Wasserrad *b*

Fig. 162.

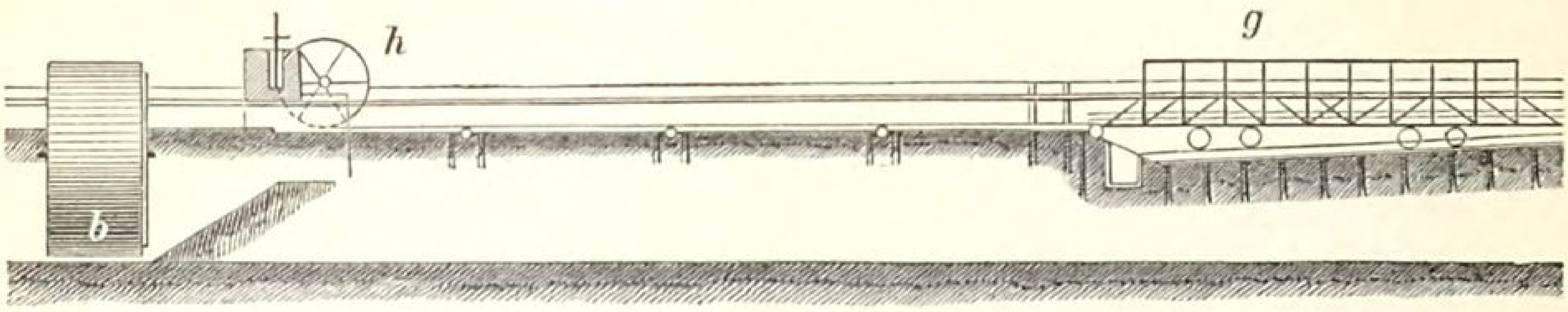
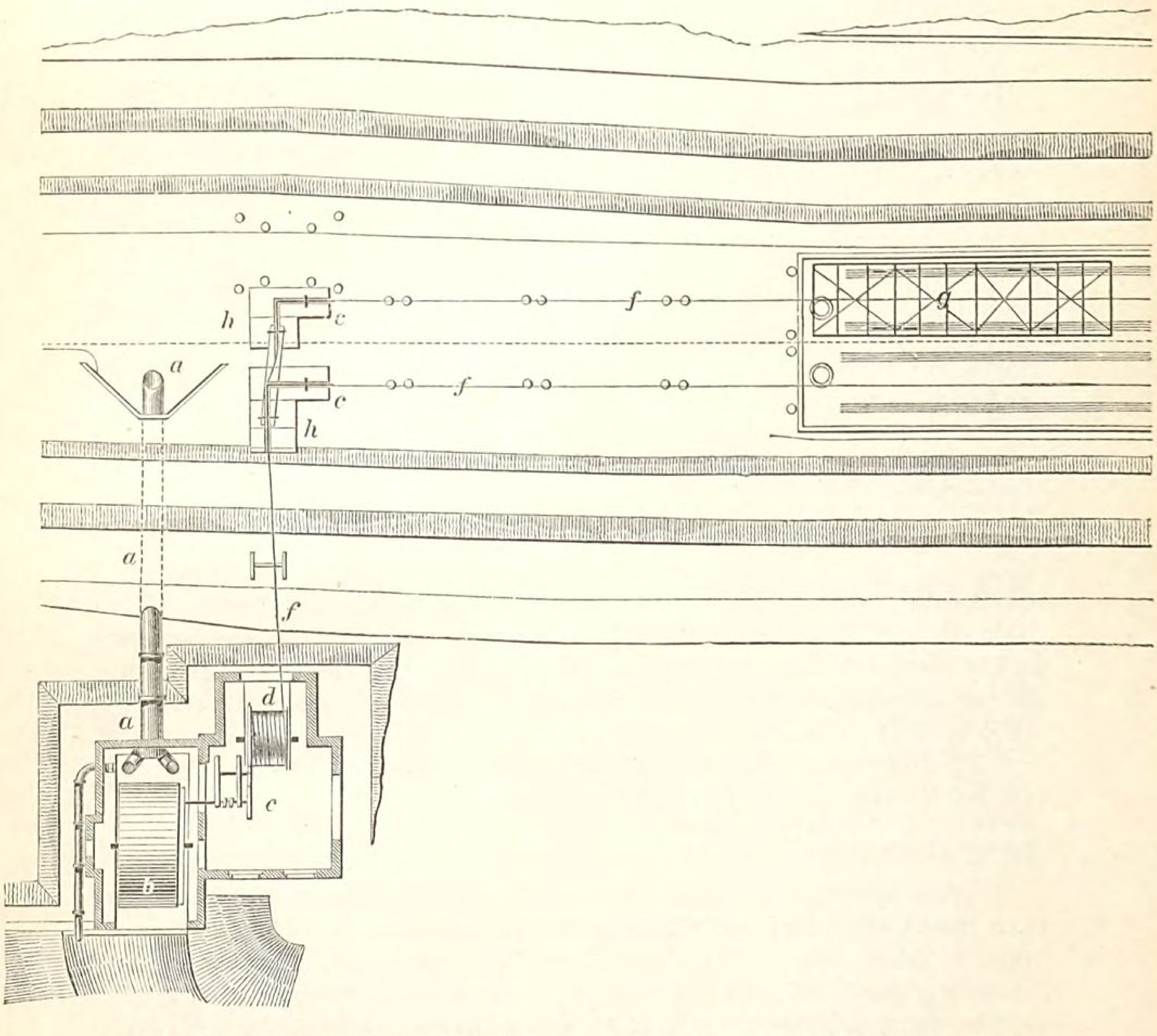


Fig. 163.



in Betrieb gesetzt, welches 27 Fuss äusseren Durchmesser, 12 Fuss lichte Weite und eine Peripheriegeschwindigkeit von 12½ Fuss pro Secunde hat, wobei dasselbe eine widerstehende Arbeit von 68 Pferdekräften entwickelt. Unter

Einschaltung geeigneter Zahnradvorgelege wird die 12 Fuss im Durchmesser haltende und 7 Fuss breite Seiltrommel *d* in Umdrehung gesetzt und das endlose Seil *f* auf derselben so auf- und abgewickelt, dass das Seil mit der Geschwindigkeit von $2^1/_2$ Fuss pro Secunde fortschreitet, was denn auch die Geschwindigkeit ist, womit sich die Wagen *g* auf der schiefen Ebene bewegen. Zur geeigneten Umsetzung der Seiltransmission dienen grosse Seilscheibenpaare *h*.

Aus neuester Zeit ist über mehrere Ausführungen, so wie über Projecte von Schiffstransporten über geneigte Ebenen zu berichten.

Hierher gehört der Betrieb der Dodgeschleusse[1]) des Chesapeake-Ohio-Canals, welcher letzterer die Verbindung mit dem Potomacflusse herstellt und noch im Betriebe ist.

Als Projecte sind folgende bemerkungswerth:

a. Geneigte Ebenen zum Transporte von Seeschiffen mit hydrostatischem Wagen von Bellingrath[2]).
b. James Eads „The Atlantic and Pacific Ship Railway" für den Isthmus of Tehuantepec[3]).
c. Clark & Standfield „Proposed ship railway across the Isthmus of Suez[4]).

Es erübrigt jetzt noch Einiges über den Betrieb derjenigen Seilebenen zu bemerken, welche nur zum Abwärtsfördern bestimmt sind, wobei das Wesentlichste der Maschinenanordnung auf dem Scheitel der schiefen Ebene Platz findet, die Schwerkraft ausschliesslich als Motor benutzt wird und die auftretenden Beschleunigungen (Accelerationen) der Transportmasse durch Wirksammachen von Bremsen regulirt werden. Aus letzterem Grunde nennt man diese Anordnungen „Bremsberge" oder selbstthätige Rampen.

Diese Bremsberge sind entweder zweigleisig (doppelttrümmig) oder eingleisig (eintrümmig). Im ersteren Falle liegen auf der schiefen Ebene zwei Eisenbahngleise neben einander, auf welchen stets ein beladener Wagenzug abwärts geht, während der andere (leere Zug) gleichzeitig hinaufgezogen wird. Entweder gehört zu beiden Wagenzügen ein gemeinsames Seil, welches oben am Scheitel der Bahn über eine geeignete Spurscheibe oder Rolle läuft, mit der man Backen-, Band- oder Flügelbremsen in gehörige Verbindung gebracht

1) Der schottische Ingenieur Bl. H. Dodge hat am Ende der vierziger Jahre am Mon Kland-Canale (in Schottland) zuerst die Idee verwirklicht, den Schiffstransport über schiefe Ebenen auf festem Lande in mit Wasser gefüllten Caissons (transportable Schleussenkammer, ähnlich wie S. 72 Fig. 51 zum Vertikalheben von Schiffen) zu bewerkstelligen. Diese Art beweglicher Schleussen wird in der deutschen Litteratur mit dem Namen Dodgen-Schleusse bezeichnet. Beschrieben und erörtert in Erbkam's Zeitschrift für Baukunst, Jahrgang 1879, S. 49 und in Schemfil's Buche „Die neuesten Canal- und Hafen-Werkzeuge". Wien 1882, S. 34.

2) „Studien über Bau- und Betriebsweise eines deutschen Canalnetzes". Mit einem Atlas von 11 Tafeln in Folio. Berlin 1879 (Ein Auszug im Hannov. Wochenblatt für Handel und Gewerbe vom 12. April 1879).

3) Engineering vom 22. Febr. 1884, pag. 169.

4) Ebendaselbst vom 4. April 1884, pag. 290.

hat, oder es wickelt sich jedes Wagenseil auf derselben Trommelwelle für sich beziehungsweise ab und auf, wobei Seilkörbe in Anwendung kommen. Bis auf die Bremsen gleicht ein derartiger Bremsberg in den meisten Theilen den S. 130 und 131 besprochenen und dort abgebildeten geneigten Gichtaufzügen.

Beim eintrümmigen Bremsberge ist (der Benennung entsprechend) für den auf- oder abgehenden Förderwagen nur ein einziges Eisenbahngleis vorhanden, wobei man zum Aufzuge der leeren Wagen entweder ein senkrecht niedergehendes oder auf einer besonders angeordneten Bahn (Führung) laufendes Gewicht benutzt.

Während wir auch hier für specielle Studien auf die unten notirten besonders empfehlenswerthen Werke verweisen[1]), notiren wir hier nur Folgendes: Die Neigungswinkel der Bremsbergbahnen variiren nach den Verhältnissen und Zwecken von 1 Grad 50 Minuten[2]) bis 30 Grad, ja bis 36 Grad, und zwar scheinen steile Anlagen letzterer Art besonders in dem Gebiete des österreichischen Bergwerksbetriebes vorzukommen[3]).

Die Bewegungs- (Förder-) Geschwindigkeit auf Bremsbergen giebt von Hauer[4]) zu 2 Meter in der Grube und zu 4 Meter und mehr über Tag an.

Die in Anwendung gebrachten Bremsen sind entweder Backen-, Band- oder Kettenbremsen und zwar von der Anordnung, wie sie an anderen Stellen

1) Combes, „Handbuch der Bergbaukunde". Deutsche Uebersetzung (von Hartmann). Zweiter Band, S. 205.

Rittinger, „Erfahrungen". Besonders die Jahrgänge 1862, S. 13; 1870, S. 9, und 1871, S. 5 und 6.

Zeitschrift f. d. B.-, H.- u. S.-W. in Preussen. Bd. 2, S. 375; Bd. 3, S. 41, Bd. 8, S. 188; Bd. 10, S. 60; Bd. 17, 1869.

Buresch, „Ueber englische Schieferbrüche", Notizblatt des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins. Bd. 1 (1851—1852), S. 314, 322 ff.

v. Hauer, „Die Fördermaschinen für Bergwerke". Erste Auflage S. 361 (Maschinen zum Abwärtsfördern) und zweite Auflage S. 445.

Lottner-Serlo, „Leitfaden für Bergbaukunde". Bd. 2, S. 64 (Förderung abwärts unter Einwirkung der Schwere).

Dr. Serlo (Oberberghauptmann etc.). Leitfaden zur Bergbaukunde. Zweiter Band (vierte verbesserte Auflage), 1884. Abtheilung: „Bremsbergförderung", S. 87—104.

2) Serlo, v. Rohr, Engelhardt, „Der Steinkohlenbergbau in England und Schottland". Bd. X (1862), S. 60.

3) Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1870, S. 9, unter der Ueberschrift: „Bremsberganlage beim k. k. Kohlenwerk Häring in Tyrol". Ferner im Berg- und Hüttenmännischen Jahrbuche der k. k. Bergakademien Przibram, Leoben und Schemnitz. XX. Band, S. 182, unter der Aufschrift: „Bergmännische Notizen aus Polnisch-Ostrau". Prag 1872.

Dasselbe Jahrbuch. XVIII. Bd. (1869), S. 271: „Der Chromerzbergbau bei Kraubath in Steiermark". Ein Bremsberg von 143 Meter Länge und von 31 bis 36 Grad Neigung.

4) Fördermaschinen für Bergwerke. S. 368 (erste Auflage) und S. 453 (zweite Auflage).

unseres Werkes wiederholt und ausführlich erörtert wurde. Als Grundregel bei allen diesen Bremsen gilt die, welche bereits S. 122 in Anwendung gebracht wurde, d. h. „sie müssen durch ein angehangenes Gewicht geschlossen gehalten werden und sind nur durch den betreffenden Arbeiter nach Bedürfniss zu lüften oder zu lösen“ [1]).

Zuweilen braucht man die Reibungsbremsen nur periodisch, veranlasst aber die gleichförmige Bewegung beim Niedergange der Last durch den Widerstand, welchen geeignete Flügelräder beim schnellen Umlaufe im Wasser oder in freier Luft erfahren, d. h. man ordnet Wasser- oder Windflügel von der Einrichtung an, wie solche u. a. beim Wassermesser von Siemens (Bd. 1, S. 121) und bei den Schlagwerken der Uhren (Bd. 1, S. 76—79) und bei gewissen Uhren mit Centrifugalpendeln (Bd. 1, S. 66) vorkommen.

Ein Bremsbergbetrieb mit Wasserflügelregulator [2]) befindet sich u. a. auf der Vordernberger Strecke des Erzberges [3]) bei Eisenerz in Steiermark, während v. Hauer [4]) über Luftflügel-Regulatoren bei Bremsbergen in Kärnthen und in Frankreich [5]) berichtet.

Um Vorstehendes mit Abbildung einer (gewissermaassen eigenthümlichen)

1) Der Verfasser benutzt hier die Gelegenheit, sich in Bezug auf vielgerühmte grosse Sicherheit von Förderbühnen, Fahrstühlen etc. für den Personentransport zu äussern, welche man den in neuerer Zeit beliebt gewordenen Schraubenwinden mit Schneckenbetrieb (ähnlich wie S. 117 bei Fig. 110 erörtert wurde) zuzuschreiben pflegt. Es bilden hier allerdings die gesammten vorhandenen Bewegungswiderstände das Mittel zum „Selbstbremsen“ (Selbsthemmen), indess doch nicht mit der Zuverlässigkeit unter allen Umständen, wie man gewöhnlich annimmt und wie dies bei guten Backen- und Bandbremsen der Fall ist. Beispiele derartiger Anordnungen liefert namentlich Ernst in seinem werthvollen Buche „Die Hebzeuge“, S. 467 und 474.

Jedenfalls sollten überall sicherheitspolizeiliche Vorschriften zur Geltung gebracht werden, wie die bereits oben (S. 123, Note 2) angezeigten, welche die königl. sächs. Regierung unterm 26. Jan. 1884 erlassen hat.

Hiernach dürfen u. A. Fahrstuhleinrichtungen nicht eher in Betrieb genommen werden, bevor nicht eine Prüfung über deren richtige Construction, hinreichende Festigkeit und Sicherheit durch Sachverständige stattgefunden hat. Auch sind die genehmigten Einrichtungen von Zeit zu Zeit einer gehörigen Revision zu unterwerfen.

2) Beschrieben und abgebildet im 1. Bande (1861) des Berg- und Hüttenmännischen Jahrbuches der k. k. Montan-Lehranstalt Leoben. S. 110, Taf. 1 in einer Arbeit Tunner's, welche die Ueberschrift trägt: „Der steiermärkische Erzberg“.

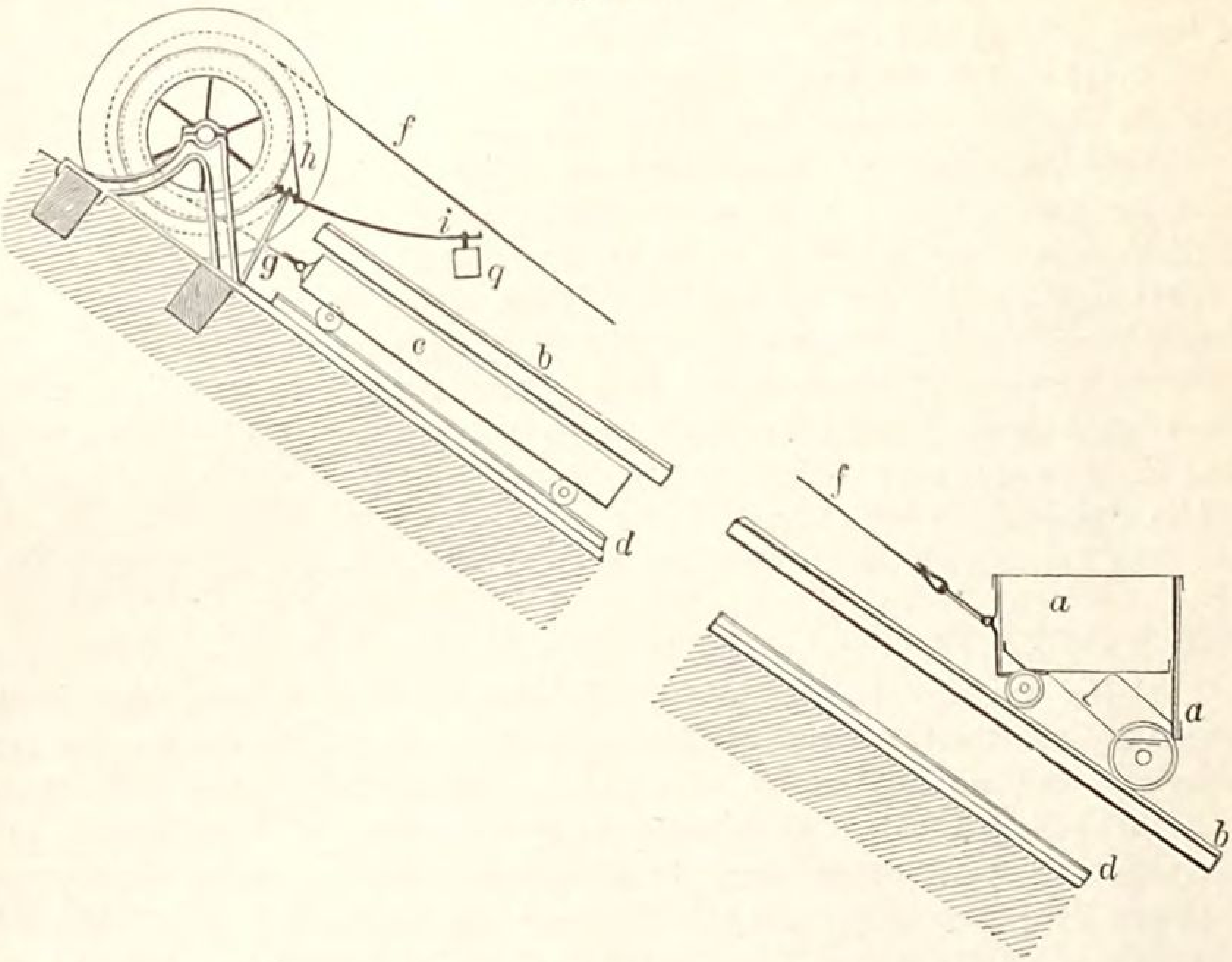
3) v. Perro, „Die k. k. Innernberger Hauptgewerkschaft“ etc. Ebendaselbst Jahrgang 3 bis 6 (ältere Reihe), Jahrg. 1843 bis 1846. Eine vortreffliche Arbeit zur Geschichte und zum Betrieb des Erzbergbaues und der zugehörigen Werke in Eisenerz, Hieflau und Vordernberg betreffend. Tunner hat hierzu (1861) die Ergänzungen der in vorstehender Note 2 bezeichneten Quelle geliefert.

4) A. a. O. S. 375.

5) Ebendaselbst S. 363.

Bremsberg-Betriebsanordnung schliessen zu können, wählen wir eine auf Steinkohlengruben bei Saarbrücken gebräuchliche, wovon Fig. 164 eine Skizze ist[1]).

Fig. 164.



Diese Bremsbergförderung ist eintrümmig, und ist zu deren Verständniss in unserer Figur der Förderwagen oder das Gestell mit *a* und die Haupteisenbahn der schiefen Ebene mit *b* bezeichnet. Das für den Aufzug des leeren Wagens bestimmte Gegengewicht *c* läuft hier versenkt unter der Hauptbahn parallel der schiefen Ebene auf einer schmalspurigen Eisenbahn *dd*. Beide Seile *f* und *g* sind Flachseile (Eisenbandseile), welche sich jedoch auf Spulen (Bobinen) wickeln, die zwar auf derselben Welle festsitzen, wovon jedoch die des Gegengewichtsseiles *g* einen Durchmesser hat, der nur $^2/_3$ vom Durchmesser der Spule des Wagenseiles *f* beträgt. Die Bremsbacken sind mit Holz gefüttert und werden durch einen eisernen, an seinem langen Arme *hi* mit einem Gewichte *q* beschwerten Hebel angedrückt.

Vorbemerkte Anordnung hat v. Hauer[2]) dahin abgeändert, dass das Gegengewicht *c* ebenfalls auf der Förderbahn selbst läuft und nur an der Begegnungsstelle ein erhöhtes Bahngleis, gleichsam eine Ausweiche in verticalen Ebenen, angebracht ist, auf welches der Förderwagen über das Gegengewicht hinweglaufen kann. Der Gestellwagen ist hierzu an jedem Ende seiner zwei

1) Zeitschr. f. d. B.-, H.- u. S.-Wesen im preussischen Staate. Bd. 3 (1856), S. 186.

2) Oesterreichische Zeitschrift f. Berg- und Hüttenwesen, 7. Jahrg. (1859), S. 34.

Achsen mit zwei Rädern versehen, von welchen die inneren auf der Hauptbahn rollen, die äusseren aber an der Begegnungsstelle auf den Schienen des erhöhten (Hülfs-) Gleises auflaufen. Ein derartiger Bremsbergbetrieb ist ferner auf dem Chromerzbau bei Kraubath in Steiermark ausgeführt und in Thätigkeit [1]).

Förderung auf Drahtseileisenbahnen.

Es dürfte hier der gelegentlichste Ort sein, derjenigen Förderung zu gedenken, wobei die Unterlage, die Transportbasis der in Körben, Kästen, überhaupt in Gefässen untergebrachten Fördergegenstände ein Drahtseil ist. Obwohl diese Transportweise als sehr alt bezeichnet werden muss, da man seit Jahrhunderten in China, Ostindien, Südamerika etc. hängende Bahnen unter der Benennung „Seilbrücken" in Anwendung brachte [2]), so ist sie doch erst in neuerer Zeit unter Benutzung von Drahtseilen in Deutschland von Dücker [3]), in England von Hodgson [4]) und in Deutschland von Bleichert (S. 184) zu einer vielseitigeren Benutzung ausgebildet worden.

v. Dücker beschreibt selbst [5]) die Anordnung seiner „Seileisenbahn" wie folgt, dabei Skizzen beifügend, denen wir die Fig. 165 und 166 entlehnen.

Ein scharf angespanntes Drahtseil oder ein Eisendraht a von 2 bis 5 Centimeter Stärke wird in Abständen von 50 bis 100 Meter derartig durch Gehänge b unterstützt, dass einseitige Rollwagen de, mit daran gehangenen Lasten ef darüber hinweg, respective an den Unterstützungspunkten entlang fahren können.

1) v. Hauer, „Die Fördermaschinen". Zweite Auflage, S. 451.

2) Auch in Leupold's bereits 1730 erschienenem „Theatrum Machinarum" finden sich Angaben und Beispiele von Transporten auf gespannten Seilen. Nach Uhland's „Praktischer Maschinenconstructeur". 4. Jahrgang. 1871, S. 99, förderte man auch längst in ähnlicher Weise in Amerika, Australien und in einigen europäischen Bergwerksdistricten Materialien über Flüsse oder Schluchten mittelst darüber gespannter Seile. In Südtirol förderte man Holz über tiefe Einschnitte an einem Eisendrahte etc., in welcher Beziehung sich (1859) der österreichische Forstmann Hohenstein besondere Verdienste erworben haben soll. Man sehe hierüber Exner „Das moderne Transportwesen". Weimar 1880, S. 171.

3) Die in Köln a. Rhein erscheinende Zeitung „Der Berggeist" vom 6. Juli 1869 veröffentlichte eine glaubwürdige Erklärung, dass der preussische Berg-Assessor, Baron von Dücker, bereits 1861 ein von ihm erfundenes Seilbahnsystem in Bochum und im Badeorte Oeynhausen in Ausführung gebracht habe. Man sehe deshalb auch das hannoversche Wochenblatt für Handel und Gewerbe. Nr. 31 von 1871.

4) Eine der vorzüglichsten Arbeiten über die aus dem Jahre 1868 stammenden Drahtseilbahnen von Hodgson findet sich im Engineer, Vol. XXXII, Nr. 825. Dasselbe mit Zusätzen (des Uebersetzers) deutsch bearbeitet, enthält der Civilingenieur vom Kunstmeister Bornemann, Bd. 18 (1872), S. 28—46.

5) Der Berggeist. Zeitung für Berg- u. Hüttenwesen u. Industrie. XIV. Jahrgang (1869), S. 293.

Bei der Fig. 166 skizzirten Anordnung ist angenommen, dass die Unterstützungen der Bahn *a a* durch eine Art Galgen gebildet sind, an dessen Hori-

Fig. 165.

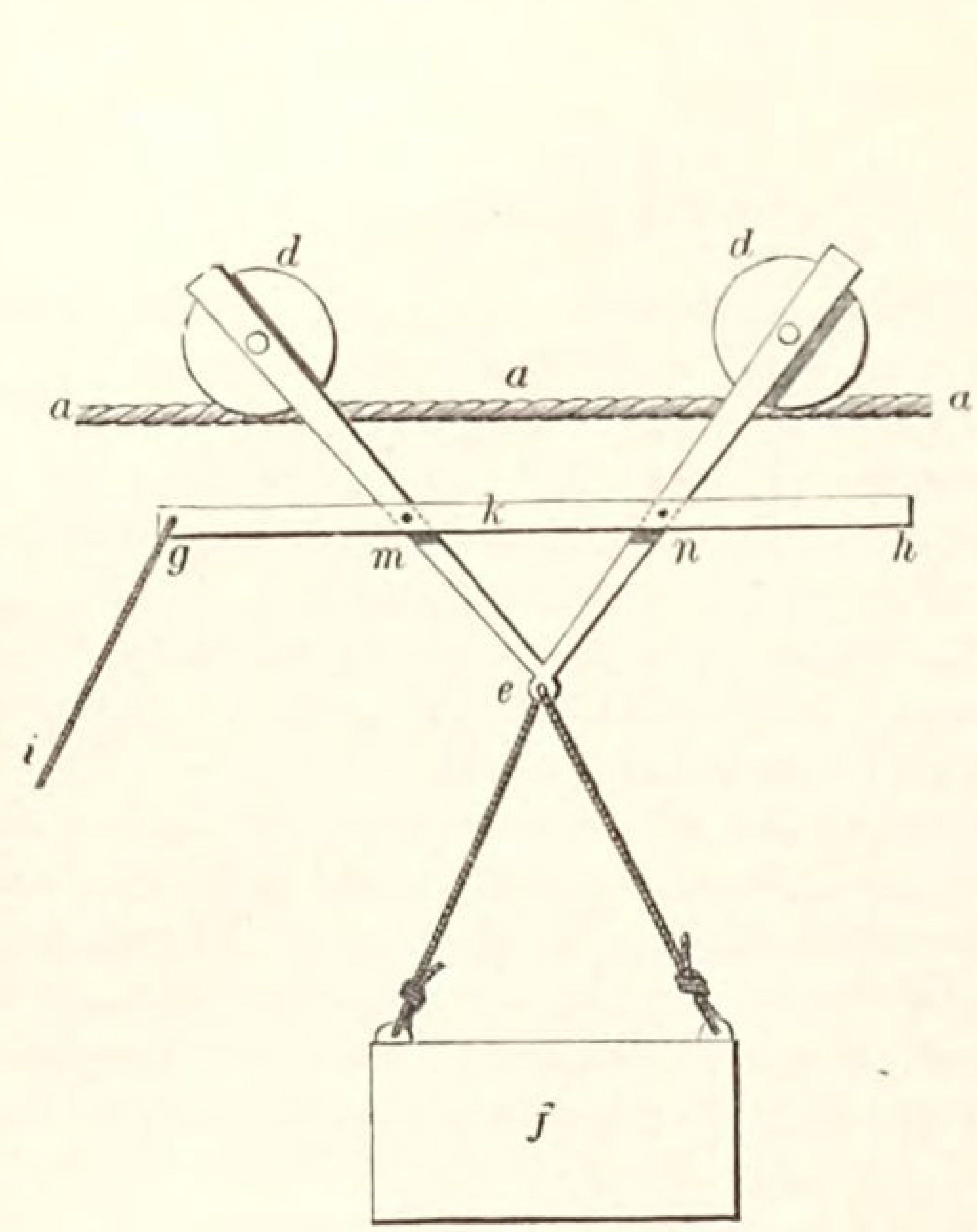
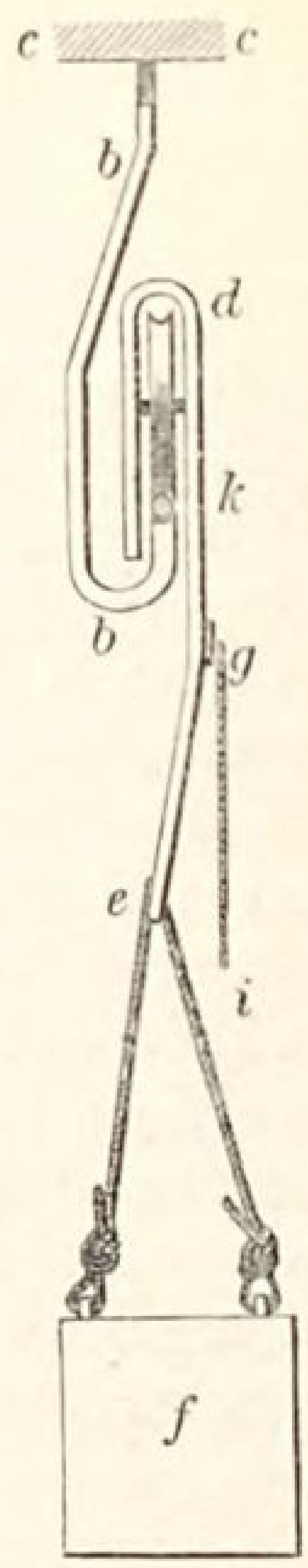


Fig. 166.



zontalstücke (Holm, Zange etc.) *c c* die eigenthümlich gebogenen Haken *b* mit ihren oberen Enden aufgehangen sind. Der erwähnte Rollwagen besteht aus einem Bandeisengerippe *d e m n*, an dessen tiefstem Punkte *e* die Lastkästen *f* (zur Aufnahme von Bergwerks- oder Steinbruchs-Produkten, Ziegel, Torfsoden etc.) eingehangen sind. Dass man hierbei, ähnlich dem Gesetze stabiler Gewichtswaagen, den Schwerpunkt des Systems zwingt, möglichst genau unter dem stützenden und tragenden Seile *a* zu liegen, bedarf wohl keiner Erörterung. Die Transportlasten können 10 bis 20 Cntr. betragen, sowie man auch mehrere Seilwagen zu einem gemeinsamen Zuge vereinigen kann. Die fortschreitende Bewegung der Lastwagen *def* auf dem unbeweglichen Seile *a* (was wie ein Seiltänzer-Seil gespannt ist) wird entweder durch ein Zugseil *i* veranlasst, am Rahmenstücke *ghk* befestigt, oder es wird dies Zugseil mit einem endlosen Seile in Verbindung gesetzt, welches man in bekannter Weise an beiden Enden über Treib- und Leitrollen legt und wovon man erstere durch Menschen-, Thier- oder Elementarkräfte in geeignete Umdrehung versetzt. Eine der ersten Ausführungen derartiger Dücker'schen Drahtseileisenbahnen scheint die am Schimpf'schen Gypswerke „Schwarzhütte" bei Osterode gewesen zu sein, die noch jetzt zur Zufriedenheit aller Betheiligten im Betriebe ist[1]).

1) Hannoversches Wochenblatt für Handel und Gewerbe. Jahrgang 1871, S. 267.

Was die Drahtseilbahnen nach Hodgson betrifft, so ist vorerst hervorzuheben, dass dieser sein System nach zwei verschiedenen Methoden ausführt, wovon die erste, der Hauptsache nach, mit der v. Dücker'schen Anordnung vollständig übereinstimmt, die zweite Methode aber als eine glückliche Anwendung und Abänderung der bekannten Uebertragung (Transmission) von Bewegungen auf verhältnissmässig grosse Distanzen durch endlose Drahtseile [1]) bezeichnet werden kann.

Fig. 167.

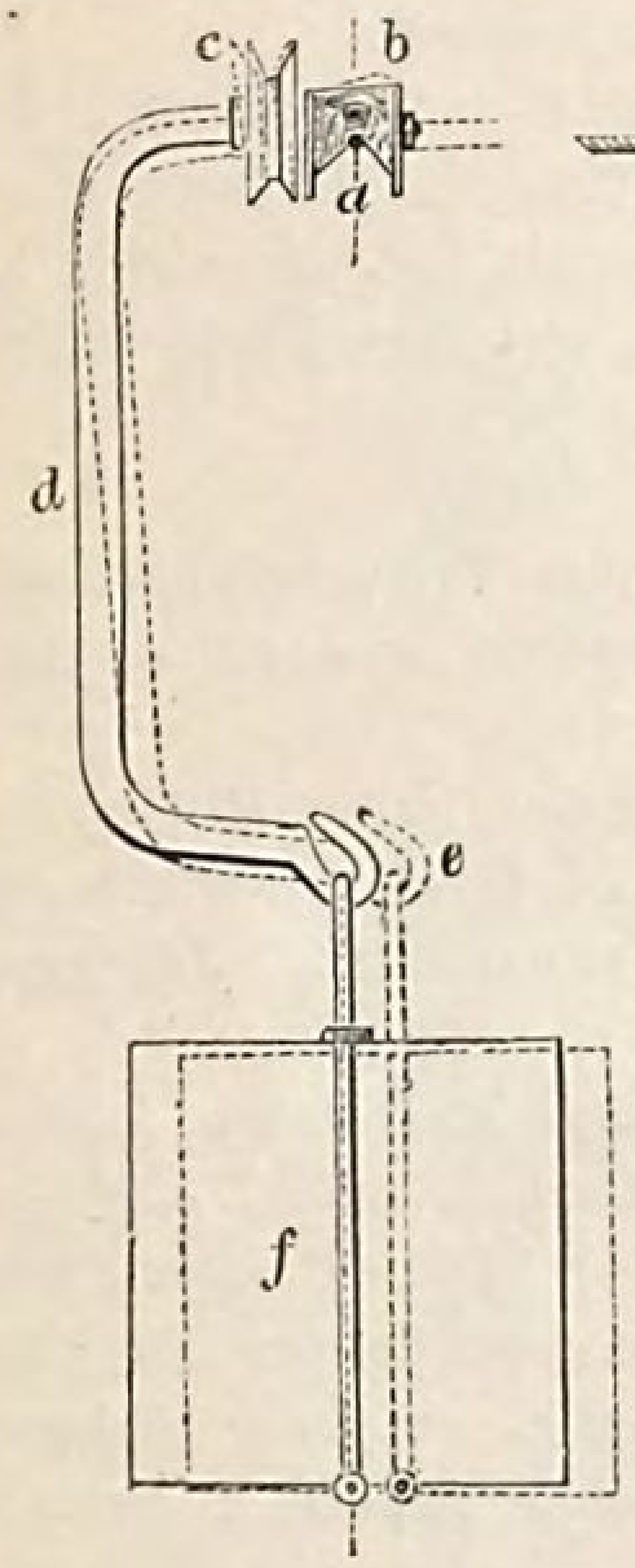
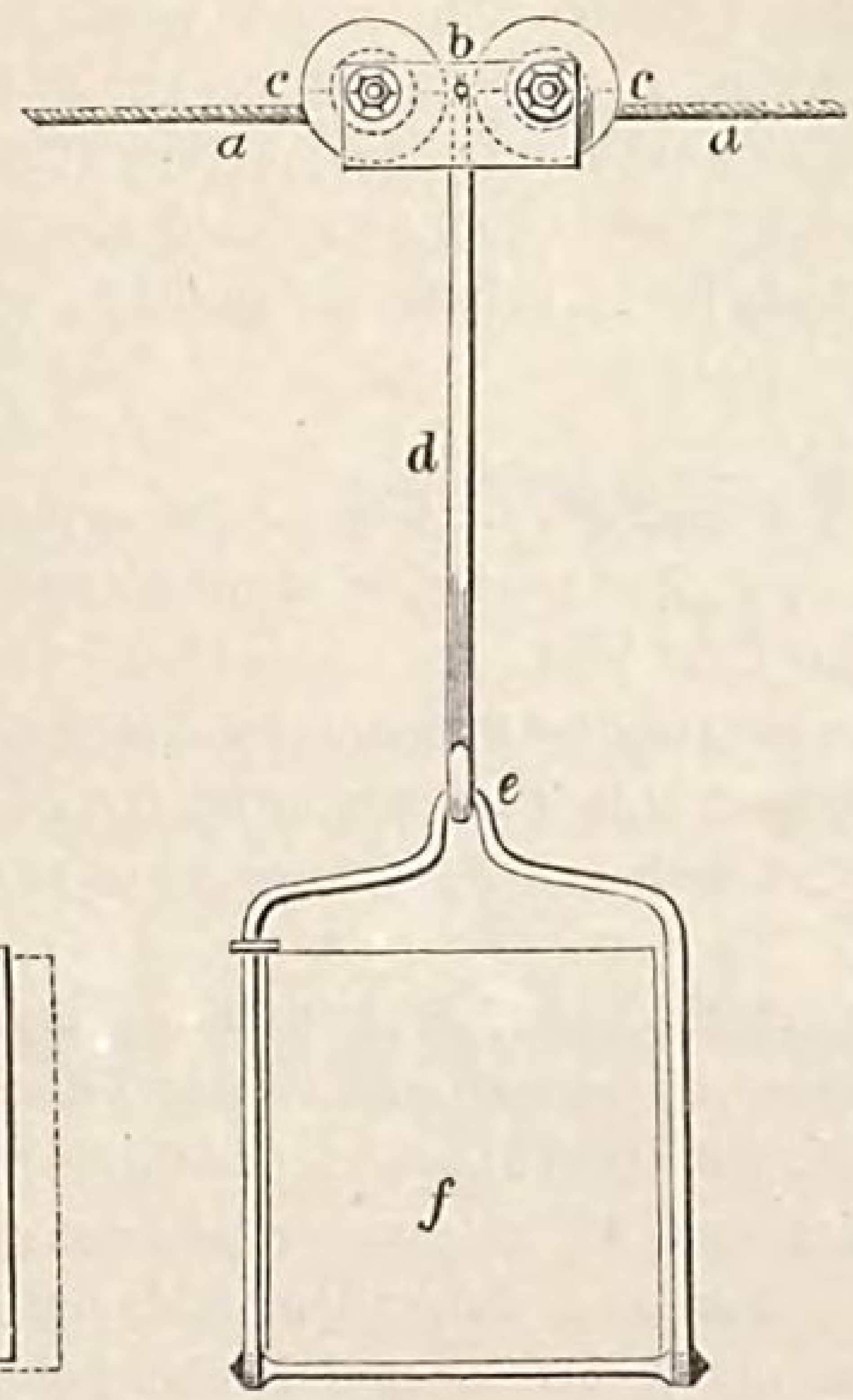


Fig. 168.



In letzterem Falle dient demnach das Seil nicht bloss zum Tragen der Förderlast und Zubehör, sondern auch zum Fortbewegen derselben. Wie aus der Hodgson-schen Anordnung (Fig. 167 und 168) erhellt, ruhen die Hunde (Transportgefässe) *f* mit bajonettförmig gebogenen Gehängen *bde* mittelst /\ Sätteln *b* auf dem in fortschreitender Bewegung begriffenen Seile *a*. Die überdies vorhandenen kleinen Rollen *cc* dienen zum Fortlaufe auf besonderen (Hülfs-)Bahnen [2]), welche etwas erhöht auf Säulen angebracht sind, die auch hier in entsprechenden Abständen zum Stützen und Führen des endlosen Seiles erforderlich sind. Diese betreffenden kurzen

1) Die ersten Ausführungen von Drahtseiltransmissionen auf grössere Entfernungen gelangen (auf rationelle Basis gestützt) zuerst im Jahre 1850 dem französischen Ingenieur Hirn, der jedoch erst im Jahre 1862 eine zusammenhängende Darstellung in einer Schrift veröffentlichte: welche den Titel führt: „Notice sur la Transmission télodynamique". In Deutschland erwarb sich Reuleaux wesentliche Verdienste durch die treffliche Behandlung des Gegenstandes in seiner „Constructionslehre" und in seinem „Constructeur". 3. Auflage, S. 374. Ueber dies Alles, sowie über Drahtseiltransmissionen in England berichten Arbeiten des Verfassers im Hannoverschen Wochenblatt für Handel und Gewerbe. Jahrgang 1869, S. 136, und in Wirth's „Illustr. deutschem Gewerbskalender für 1870". S. 82. Ferner verdienen Notizen über denselben Gegenstand gelesen zu werden, welche Dr. Ritter (in Aachen) in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins Bd. V (1859), S. 119 veröffentlichte.

2) Diese Bahnen sind, wie in unserer Abbildung, entweder nur einseitig zur Seite des Seiles oder an beiden Seiten desselben vorhanden.

Strecken durchlaufen die Lastwagen *abcdef* (den Sattel *b* vom Seile abgehoben), vermöge der erlangten lebendigen Kraft. Dieselben Einrichtungen finden sich ferner auch an den Ein- und Ausladestellen. Ebenso hat es Hodgson verstanden, sinnreiche Anordnungen zu treffen, mittelst welcher verhältnissmässig kleine Curven durchlaufen werden können. Ueber diese und noch andere Detailconstructionen berichten die unten citirten Quellen [1]), woraus zugleich (wenigstens theilweise) entnommen werden kann, welche vielseitige Anwendung die Hodgson'schen Seilbahnen bereits erlangt haben.

Dem deutschen Ingenieur A. Bleichert [2]) gebührt das Verdienst, die Drahtseilbahn für industrielle Zwecke auf eine so hohe Stufe vervollkommnet zu haben, dass sie in der betreffenden gegenwärtigen Gestalt fast gar nichts zu wünschen übrig lässt. Bleichert behält das endlose, mit dem Förderwagen

1) a) „Die Seilbahn in Brighton", für Ceylon bestimmte Versuchsbahn, nach dem Engineer Nr. 147 in der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure". Bd. XIV (1870), S. 720.

b) „Die Hodgson'schen Drahtseilbahnen bei Leicester, Bardon-Hill etc. in England und Irland" in Böhmen für Torftransporte, für Zuckerrübenfabriken etc. in Uhland's „Der praktische Maschinenconstructeur". Jahrgang 1871, S. 99 und 110.

c) Drahtseilbahn zwischen Martinsschacht und Krughütte bei Eisleben. Höchst beachtenswerthe Abhandlung von Leuschner in der Zeitschrift f. d. B.-, H.- u. S.-Wesen in Preussen. XX. Bd. (1872), S. 1 (Abthl. B). Dieser Abhandlung ist zugleich ein Verzeichniss von 33 in den verschiedensten Ländern der Erde (Frankreich, Italien, Spanien, Russland, Schweden, Südamerika etc.) von Hodgson ausgeführten Drahtseilbahnen von $^1/_8$ bis 15 engl. Meilen Länge beigegeben, worauf wir verweisen müssen.

d) Der zweitrümmige Drahtseilbahn-Bremsberg in Raibl (Blei- und Galmei-Bergbau) vom Bergverwalter Schnublegger im Jahrgange 1810 der Rittinger'schen „Erfahrungen", S. 8, und durch eine grosse Tafel Abbildungen erläutert, dürfte als eine der eigenthümlichsten Verwendungen der v. Dücker'schen (unbeweglichen) Seilbahn zu bezeichnen sein. Zwei gespannte Seile sind hier unter einem Winkel von 30 Grad gegen den Horizont geneigt, während jedes derselben (die ganze Bahn) 124 Klafter = 744 Wiener Fuss Länge hat. Die Fördergeschwindigkeit wird zu $16^1/_2$ Fuss pro Secunde und die Belastung (das Füllgewicht) der Förderhunde zu 3 Centner angegeben. Nach dreijährigem Betriebe (hebt unsere Quelle hervor) konnte die Abnutzung des gespannten Bahnseiles als Null bezeichnet werden. Zur Regulirung der Geschwindigkeit beim Abwärtsfördern hat man das laufende Förderseil um zwei Scheiben gekreuzt geführt, gegen welche Scheiben Bremsklötze wirksam gemacht werden. Ein herabgehender gefüllter Hund zieht stets auf der Parallelbahn einen leeren Hund wieder in die Höhe.

2) Bleichert, „Verbessertes System von Drahtseilbahnen". K. Deutsche Patentschriften. Nr. 2934 (1877), Nr. 3761 (1879), Nr. 7095 (1879) und Nr. 7610 (1879).

Heusinger, „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens". Jahrgang 1882, S. 158 und „Oesterr. Zeitschrift für Berg- u. Hüttenwesen". Jahrgang 1877, S. 127 (Obbach's Prioritätsansprüche).

verbundene Seil bei, lässt aber dies nur als Zugseil wirken, während er ein zweites festliegendes Seil als Tragseil hinzufügt und dies zur Laufbahn dienen lässt[1]).

Diese Anordnung erhellt (nach einer wohlgelungenen Ausführung in Hannover)[2]) aus den beiden hier folgenden Abbildungen Fig. 169 und 170, wo *AB* das Tragseil und *CD* das Zugseil ist.

Fig. 169.

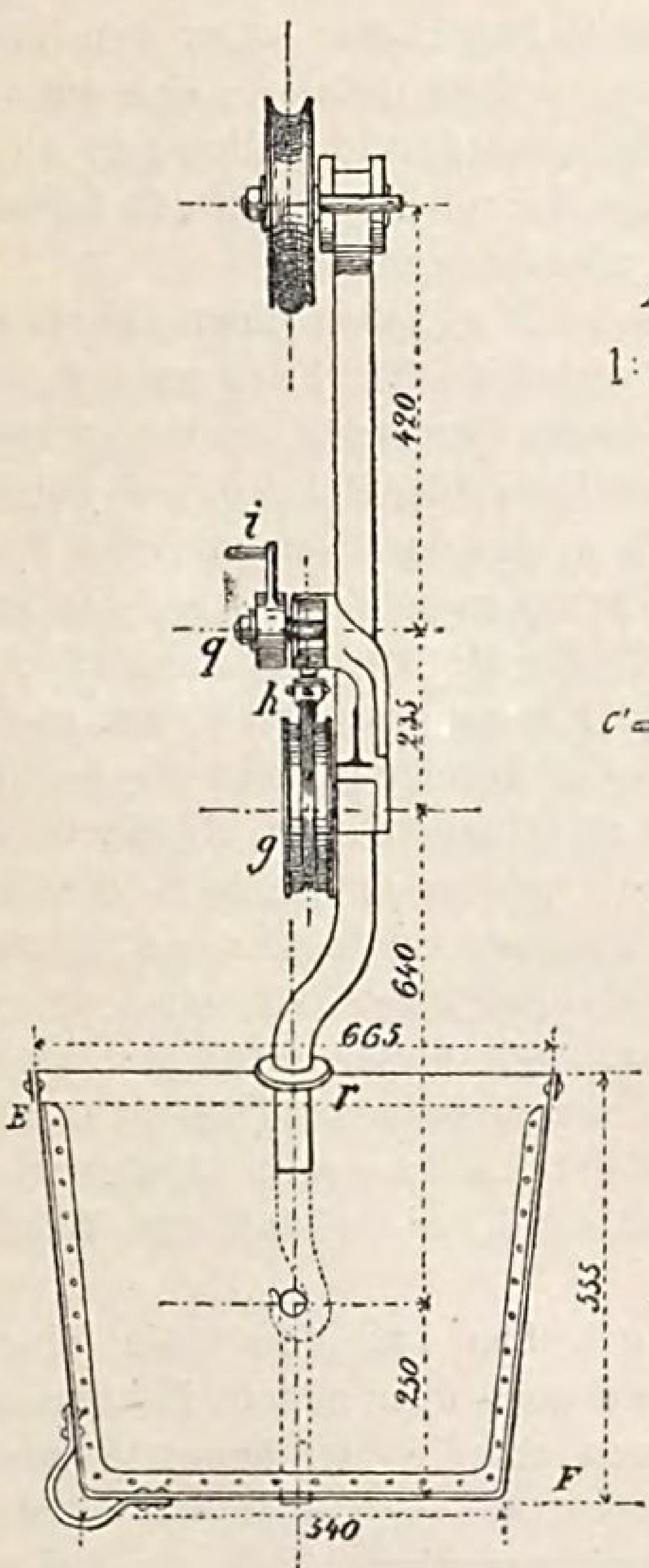
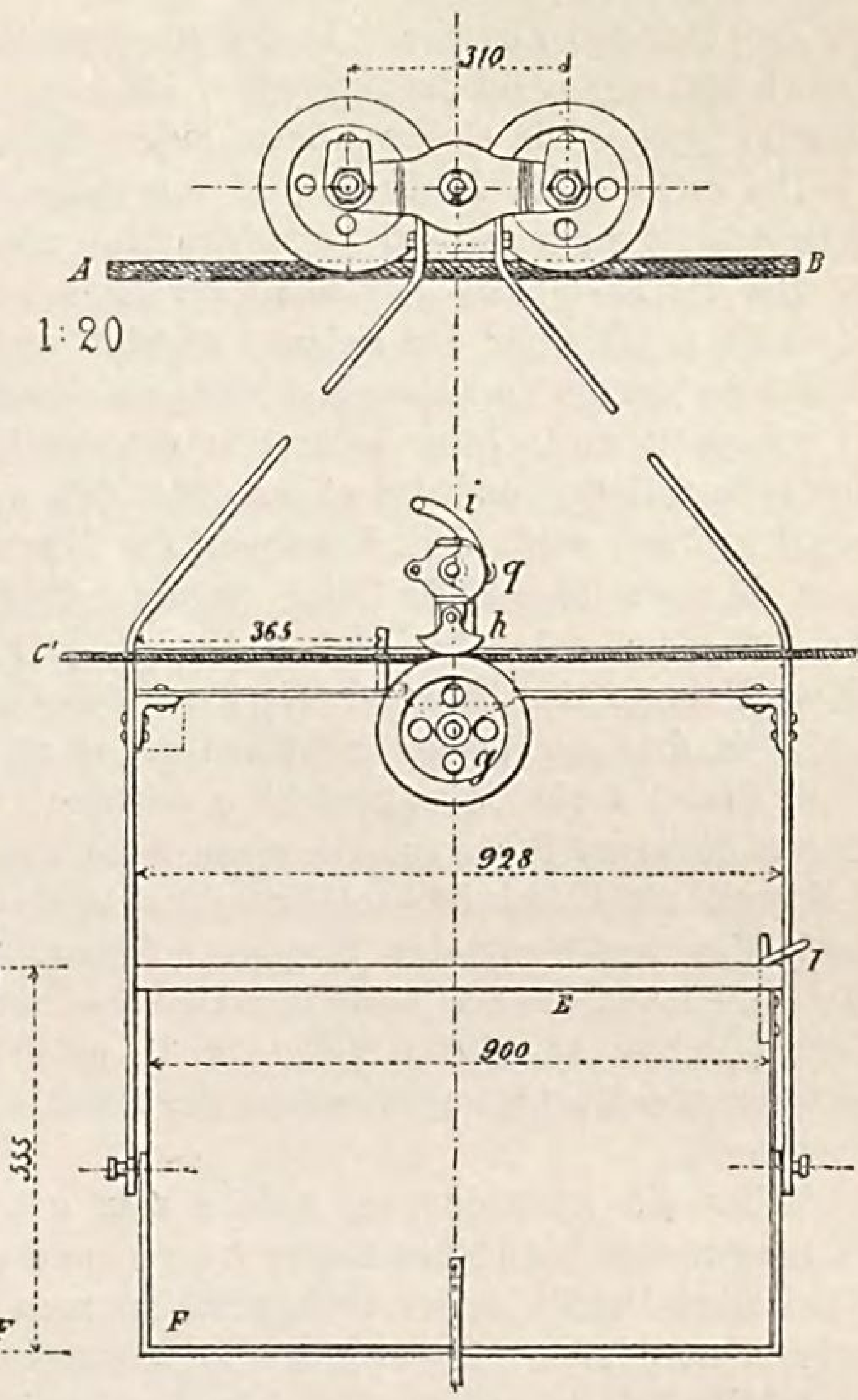


Fig. 170.



Zwei Drahtseile *A B*, welche hier die Laufbahn (Tragseile) für die Förderwagen *E F* bilden, liegen in einer Entfernung von 1,75 m. parallel in derselben Horizontalebene neben einander und ist das eine die Bahn der beladenen, das

1) v. Hössle, Civilingenieur in München. Vortrag gehalten im polytechn. Verein zu München. Abgedruckt im Bayerschen Industrie- und Gewerbeblatt, Vierteljahrschrift, Jahrgang 1884, S. 121.

2) Die Drahtseilbahn der Gasanstalt zu Hannover. Mitgetheilt vom Direktor dieser Anstalt Herrn Leonard Körting in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1877, S. 567.

andere die der leeren Wagen. Beide Seile sind an ihren Enden fest verankert und liegen in einer Höhe von 7,15 m., wo sie eine Chaussée (Hannover-Limmer) überschreiten und in 9 m. Höhe über den Spiegel eines Flusses (die Ihme genannt) geführt sind.

Das Seil zur Aufnahme der beladenen Wagen ist 28 mm. stark, das für die leeren nur 25 mm. Ersteres wird mit einem Gewichte von 5000 Kilo, letzteres mit 4000 Kilo gespannt.

Die Unterstützungsstellen dieser Bahn- oder Trag-Seile sind in Entfernungen von 22 m. angebracht.

Die endlosen Zugseile *CD* liegen circa 40 Centimeter unter den Tragseilen, bestehen aus 6 Litzen von je 6 Drähten, welche (letztere) sich um vier Hanfseile legen. Die Gesammtdicke dieser Seile beträgt 14 Millimeter.

Die erforderliche Zugkraft wird von einer sechspferdigen (in den Räumen der Gasanstalt aufgestellten) Dampfmaschine übergetragen.

Die aus Eisenblech gebildeten Förderwagen *EF* haben einen Inhalt von 3 Hektoliter. Der für den sicheren Betrieb wichtigste Theil der ganzen Construction ist hier die Vorrichtung, mittelst welcher der Förderwagen an das Zugseil *CD* gekuppelt wird. Dieselbe besteht aus dem Rade (der Rolle) *g*, auf welches sich das Zugseil legt und aus einem Excentrik *h*, das durch einen Hebel *i* auf das Seil gepresst wird. Jede Bewegung des Wagens in Beziehung auf das Seil, sei es eine vor- oder rückwärtige, verursacht eine Drehung des excentrischen Rädchens *h* um seine horizontale Achse und klemmt das Seil fester auf das Rad *g*. Naturgemäss ist es wichtig, dass sich die Verbindung nicht von selbst lösen, d. h. dass der Hebel *i* nicht von selbst zurückfallen kann. Infolgedessen hat der Hebel *i* ein Gegengewicht *q* erhalten, welches ihn zwingt, in seiner höchsten Stelle zu beharren. Dagegen muss aber an den Stellen, an welchen das Zugseil nicht frei ist, sondern durch Führungsräder läuft, eine sichere, selbstthätige Auslösung des Wagens erfolgen, weil dieser sonst mit in die Räder laufen und das Seil durch gewaltsames Herausreissen beschädigen würde. Es sind deshalb an diesen Stellen, z. B. an der Auflade- und Abladestation, Ausrücker angebracht, gegen welche der Hebel *i* bei der Ankunft des Wagens stossen muss.

Ueber die Anordnungen, welche man getroffen hat, damit die Wagen auch Curven der Bahn durchlaufen können und noch über andere interessante und wichtige Details dieser Drahtseilbahn, muss auf die hier benutzte Quelle verwiesen werden.

Schliesslich daher nur noch folgende Betriebsangaben.

Die Fortlauf-Geschwindigkeit der Wagen (die Geschwindigkeit des Zugseiles) beträgt $1\frac{1}{3}$ Meter pro Secunde, da sich nun die Wagen in Abständen von 56 m. einander folgen und jeder Wagen circa 250 Kilo Steinkohlen aufnimmt, so wird letzteres Gewicht in $\frac{56}{1\frac{1}{3}} = 42$ Secunden gefördert, also stündlich $\frac{250 . 60 . 60}{42} = 21430$ Kilogramm.

Abgesehen von der Sicherheit und der Präcision des Betriebes stellt sich derselbe auch wohlfeiler, wie die alte Transportmethode mittelst Lastwagen und Pferden auf der Chaussée und auf Steinpflaster.

Unter welchen verschiedenartigen Verhältnissen und zu welchen be-

sonderen Zwecken die Bleichert'schen Drahtseilbahnen bereits vielfach Anwendungen gefunden haben, zeigt eine interessante Zusammenstellung am Ende eines bereits erwähnten Vortrages des Civilingenieurs v. Hössle, welcher sich in der Vierteljahrschrift des Bayrischen Industrie- und Gewerbeblattes von 1884 abgedruckt vorfindet.

Vorstehende Mittheilungen waren bereits dem Setzer übergeben, als uns das Pariser Journal „Le Genie Civil" (Tome V, Nr. 5, 1884) zuging, worin (von pag. 70 an) ein beachtenswerthes Verfahren für den Transport gewichtiger Baumaterialien beschrieben und durch Abbildungen erläutert wird, welches nachträglich hier Platz finden mag, obwohl es Ketten-Aufzüge, nicht aber schwebende Eisenbahnen betrifft.

In Anwendung gebracht wurde diese Transportweise in den Jahren 1879—81 beim Baue eines neuen Leuchtthurmes auf den Eddystone-Rocks, etwa 14 englische Meilen südlich vom Hafen zu Plymouth, wo bereits vor mehr als 100 Jahren (1757—1759) der berühmte englische Ingenieur Smeaton[1]) es zuerst erreichte, einen dauernden Steinbau, den in der Ingenieur- und Schiffer-Welt allgemein bekannten Eddystone-Leuchtthurm (unter unsäglichen Schwierigkeiten), zu Stande zu bringen.

Wie alles Irdische vergänglich ist, so hatten Wellen, Stürme und Wetter Smeaton's stabilen Bau am Anfange von 1870 derartig erschüttert, dass schliesslich der obere Theil des Thurmes ganz abgetragen und der Bau eines neuen, jedoch in 118 Fuss oder circa 36 Meter Entfernung vom alten Thurme ausgeführt werden musste[2]).

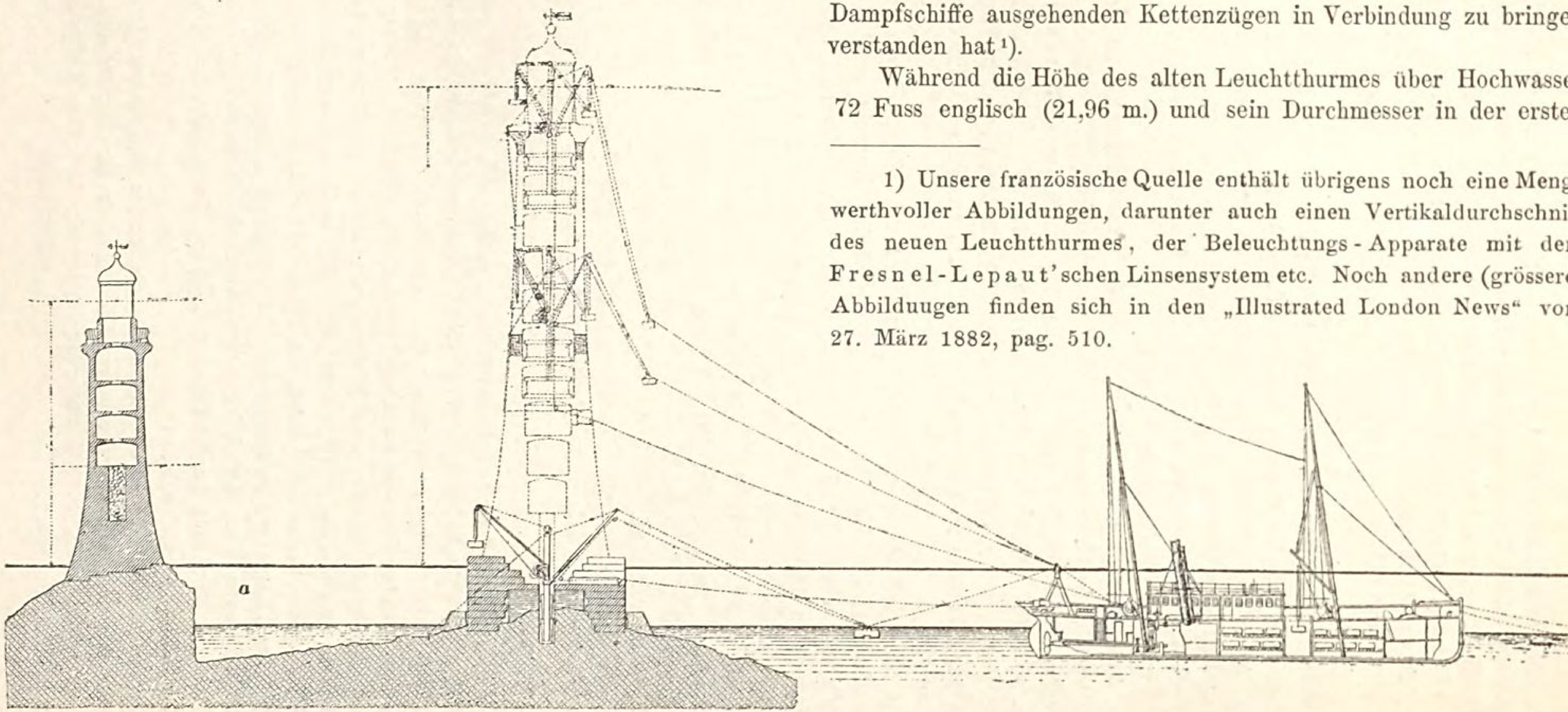
Da der colossale Wellenschlag eine wünschenswerthe Annäherung der das Baumaterial zuführenden Dampfschiffe nicht erlaubte, so musste man die bereits erwähnten Kettenaufzüge in Anwendung bringen, welche in unserer Fig. 171 dargestellt sind.

Unsere Abbildung zeigt dabei wie man bei zunehmender Bauhöhe transportable Krahne in geeigneter Weise zu benutzen und mit vom betreffenden

1) John Smeaton wurde 1724 zu Austhorpe Lodge bei Leeds in England geboren und starb daselbst 1792. Smeaton war beinahe ein halbes Jahrhundert hindurch einer der berühmtesten Ingenieure Englands. Er war insbesondere der Erfinder des sogenannten hydraulischen Mörtels (Portland-Cement), welcher die Fähigkeit besitzt, unter Wasser zu erhärten, der Erbauer vieler Häfen und Brücken und derjenige Ingenieur, der sich auch um das Maschinenwesen grosse Verdienste erwarb. Ausführlich über Smeaton handelt Smiles in seinem Werke: „Lives of the Engineers". London 1862, Vol. II. Ueber Smeaton's Experimente, über Arbeitsleistungen verticaler Wasserräder, Windmühlen, Gebläse u. s. w. berichtet der Verfasser in seiner „Geschichte der Mechanik und der theoretischen Maschinenlehre".

2) Specielles hierüber enthält auch ein seiner Zeit vom Verfasser geschriebener Artikel im Hannoverschen Wochenblatt für Handel und Gewerbe. Nr. 25, Jahrgang 1882, S. 385 unter der Ueberschrift: „Der Eddystone-Leuchtthurm und seine Erbauer".

Fig. 171.



Dampfschiffe ausgehenden Kettenzügen in Verbindung zu bringen verstanden hat[1]).

Während die Höhe des alten Leuchtthurmes über Hochwasser 72 Fuss englisch (21,96 m.) und sein Durchmesser in der ersten

1) Unsere französische Quelle enthält übrigens noch eine Menge werthvoller Abbildungen, darunter auch einen Vertikaldurchschnitt des neuen Leuchtthurmes, der Beleuchtungs-Apparate mit dem Fresnel-Lepaut'schen Linsensystem etc. Noch andere (grössere) Abbilduugen finden sich in den „Illustrated London News" vom 27. März 1882, pag. 510.

Steinschicht 26 Fuss (7,93 m.) betrug, hat der neue Thurm 130 Fuss Höhe (40 m.) und 37 Fuss (11,28 m.) grössten Durchmesser über Hochwasser[1]).

Als Schluss des vorstehenden Capitels erörtern wir noch eine interessante und zweckmässige Verwendung der schwebenden Eisenbahn mit festliegender Seil- oder Rundeisen-(Draht-)Bahn, welche, obwohl schon von Leupold[2]) beschrieben, in Deutschland wenig oder gar keine Anwendung gefunden hat. Es ist dies eine derjenigen schwebenden Eisenbahnen, welche man in Italien (namentlich in Rom) zum Schöpfen und Fördern von Wasser aus offenen Brunnen der Städte benutzt und in die höchsten Etagen der Wohnhäuser ebenso bequem wie rasch transportirt.

Auf eine ausführlichere Besprechung des Gegenstandes in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1872, S. 112, verweisend[3]), wird es genügen, die ganze Anordnung mit Hülfe der Fig. 172 zu besprechen.

1) Wir benutzen die Gelegenheit hier noch der seit 1873 in Californien (und später in Chicago) eingeführten Strassen-Eisenbahnen mit unterirdischem Drahtseilbetrieb (nach Hallidies Patent) zu gedenken. Der erste technisch brauchbare Bericht hierüber wurde 1877 in den „Annales des Ponts et Chaussées" (Tome XIV, 5e Série, 2e Sémestre) vom französischen Ingenieur Lavoinne unter der Ueberschrift abgestattet: „Les tramways à traction par cable sans fin de San-Francisco". Hierbei finden sich auch zwei Tafeln schöner Abbildungen, worauf verwiesen werden muss.

Nächstdem gelangte hier nach Hannover eine bei Murdock & Co. in San-Francisco (532 Clay Street) im Jahre 1880 gedruckte Schrift, welche betitelt ist: „The Traction Railway Company's System of Wire Rope Street Railway's", welche zwar nur für Laien bestimmt, jedoch mit 11 sehr schönen lithogr. Tafeln ausgestattet ist.

In diesem Jahre wurde eine solche Kabel-Trambahn für Personenbeförderung im Norden von London (Highgate-Hill) erbaut und am 29. Mai 1884 eröffnet. Ueber diese Bahn wird (unter Beigabe von Abbildungen in Holzschnitt) berichtet in Nr. 24 des Berliner (officiellen) Centralblattes der Bauverwaltung, unterm 14. Juni 1884.

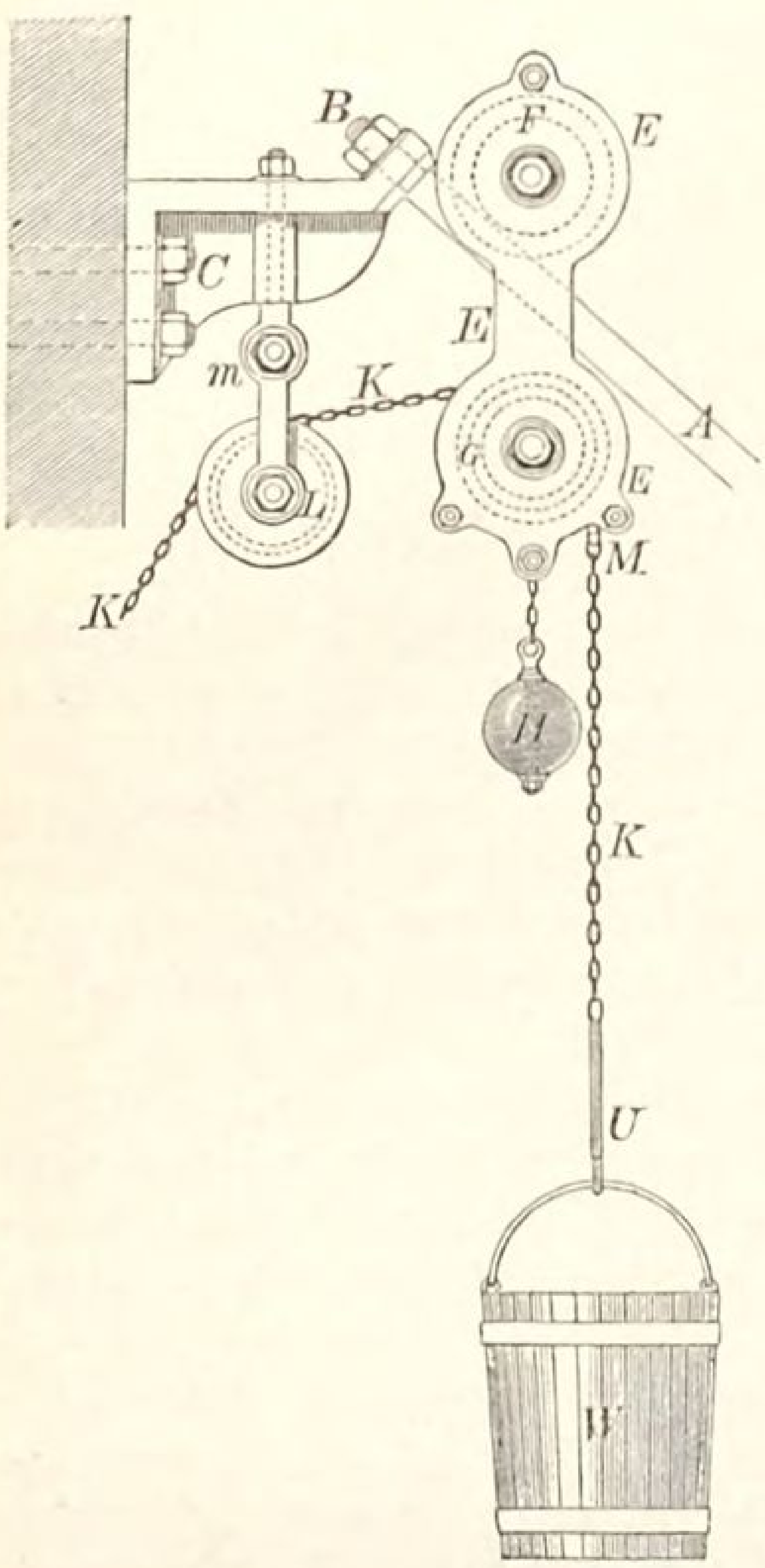
Leider wird in derselben Zeitschrift (Nr. 37, S. 382) mitgetheilt, dass, glaubwürdigen Nachrichten aus San Francisco zufolge, von der Gesammtarbeit der zum Betriebe vorhandenen Dampfmaschinen 68 Procent verloren gehen sollen, welche allein zum Treiben der Kabel erforderlich sind, ferner 28 Procent, welche zum Bewegen der Wagen notwendig werden, so dass nur 4 Procent zum Befördern der Fahrgäste übrig bleiben würden (?).

2) Theatrum machinarum. Schauplatz der Wasserkünste. Erster Theil. S. 62, Taf. XXVI.

3) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins. Jahrg. 1872, S. 112, mit vollständigen Abbildungen auf Tafel IV. Letztere Zeichnungen, wie Fig. 172, verschaffte sich der Verfasser im Jahre 1871 in Rom, woselbst er sich auch im Hofe seiner Wohnung (Hôtel Anglo-Americain, Via Fratina), da mehrere benachbarte Hinterhäuser sichtbar waren, von der grossen Nützlichkeit und den sicheren und raschen Wirkungen dieser Aufzüge fortwährend zu überzeugen Gelegenheit hatte.

A ist die aus Rundeisen von durchschnittlich 20 bis 30 Millimeter gebildete schwebende Eisenbahn, deren Richtung der geraden Linie entspricht, welche sich von der höchsten Stelle eines Etagenfensters (ausserhalb desselben) nach dem äussersten Rande des im Hofe etc. befindlichen Brunnens ziehen lässt. Die Art der Befestigung der Bahn *A* am oberen Ende *B* an einem Wandlager *C* über der gedachten Fensteröffnung erhellt hinlänglich aus unserer Skizze, wobei auch erkannt wird, dass dies Lager *C* noch zur Befestigung eines Gehänges *m* dient, woran eine feste Rolle *L* gehangen ist. Auf der Bahn *A* reitet und läuft ein eisernes Gehäuse *E*, welches mit Einschaltung einer Rolle *F* zur leichten fortschreitenden Bewegung angeordnet ist. Eine zweite Rolle *G* in demselben Gehäuse dient zur Leitung einer Kette *KK*, an welcher man den Wassereimer *W* unter Zwischenbringung eines Federhakens (eines sogenannten Carabinerhakens) *U* aufhängt. Die dritte schon erwähnte Leitrolle *L* ist derart gelenkartig angeordnet und ausserhalb des Fensters so hoch angebracht, dass die im Innern der betreffenden Etage stehende, den Aufzug bewirkende Person alle Manipulationen leicht und bequem ausführen kann.

Fig. 172.



Beim Loslassen der Kette *K* derart, dass die letztgedachte Person dieselbe unter leichter Reibung durch die Hände gleiten lässt, reicht das Gewicht des leeren Eimers in Verbindung mit dem Gewichte *H* am Gehäuse *E* und der sonstigen Theile der letzteren vollkommen hin, um das Herablaufen der Hülse *E* nebst dem Eimer *W* zu veranlassen, wozu nur noch zu erwähnen sein dürfte, dass in der Kette *K* bei *M* ein Steg eingeschaltet ist, welcher das Selbstherablaufen des Gefässes *E* verhindert.

Genau über der Mitte der Mündung des kreisförmigen Brunnenschachtes ist am Bahnrundeisen *A* ein Stift angebracht, welcher dem Weiterlaufe des Gehäuses *E* ein Ziel setzt. Dies hindert jedoch nicht, die Kette *K* und mit ihr den Eimer noch ferner und zwar so weit im Brunnen herabsinken zu lassen, bis das erforderliche Wasser geschöpft ist und der Aufzug mittelst der Kette *K* beginnen kann. Beim Aufziehen selbst trifft der Steg *M* das über der Brunnenmitte auf der Bahn *A* gehaltene Gehänge *E*, so dass letzteres mit dem Wassereimer so weit in die Höhe geht als erforderlich ist, wie dies unsere Abbildung erkennen lässt.

VI. Krahne[1].

§. 8.

Die bereits Seite 23, Note 1 aufgestellte Definition der mit dem Namen „Krahn" bezeichneten, zur Ortsveränderung, vorzugsweise zum Heben und Senken, so wie gleichzeitig zum Versetzen der Körper in horizontaler Richtung bestimmten Maschinengattung, deren charakteristisches Merkmal „der Ausleger" ist, lässt hinsichtlich Constructionsdisposition, Gestalt und Verwendung folgende Classification zu, die zugleich den Gang bezeichnen mag, nach welchem die Besprechung des Gegenstandes im Nachfolgenden geschehen soll.

Krahn[2].

A. Feststehende Krahne.		B. Transportable Krahne.
a. Gebäude-Krahne (Magazin-, Giesserei-, Wandkrahne etc.).	b. Freistehende Krahne (Drehkrahne, Scheerenkrahne).	(Für Montir-Werkstätten, Eisenbahnen, Bauplätze und andere Zwecke).

A. Feststehende Krahne.

Die Gebäude- oder Wandkrahne lassen sich in solche mit constantem und in solche mit veränderlichem Ausleger unterscheiden. In letzterem Falle wird entweder die Zugstange des Auslegers als Bahn eines Wagens für die Förderlast construirt oder der Ausleger ist um einen Zapfen am Fusse der

1) Von neueren Werken, welche fast sämmtliche, zur Zeit in Anwendung befindlichen „Krahne" umfassen, sind vorzugsweise folgende zu verzeichnen:

Ernst, „Die Hebzeuge".

Weisbach-Herrmann, „Ingenieur-Mechanik". Dritter Theil. Zweite Abth. (§. 31 Krahne).

Uhland, „Die Hebapparate".

Colyer, „Hydraulic, Steam etc. Lifting Machinery".

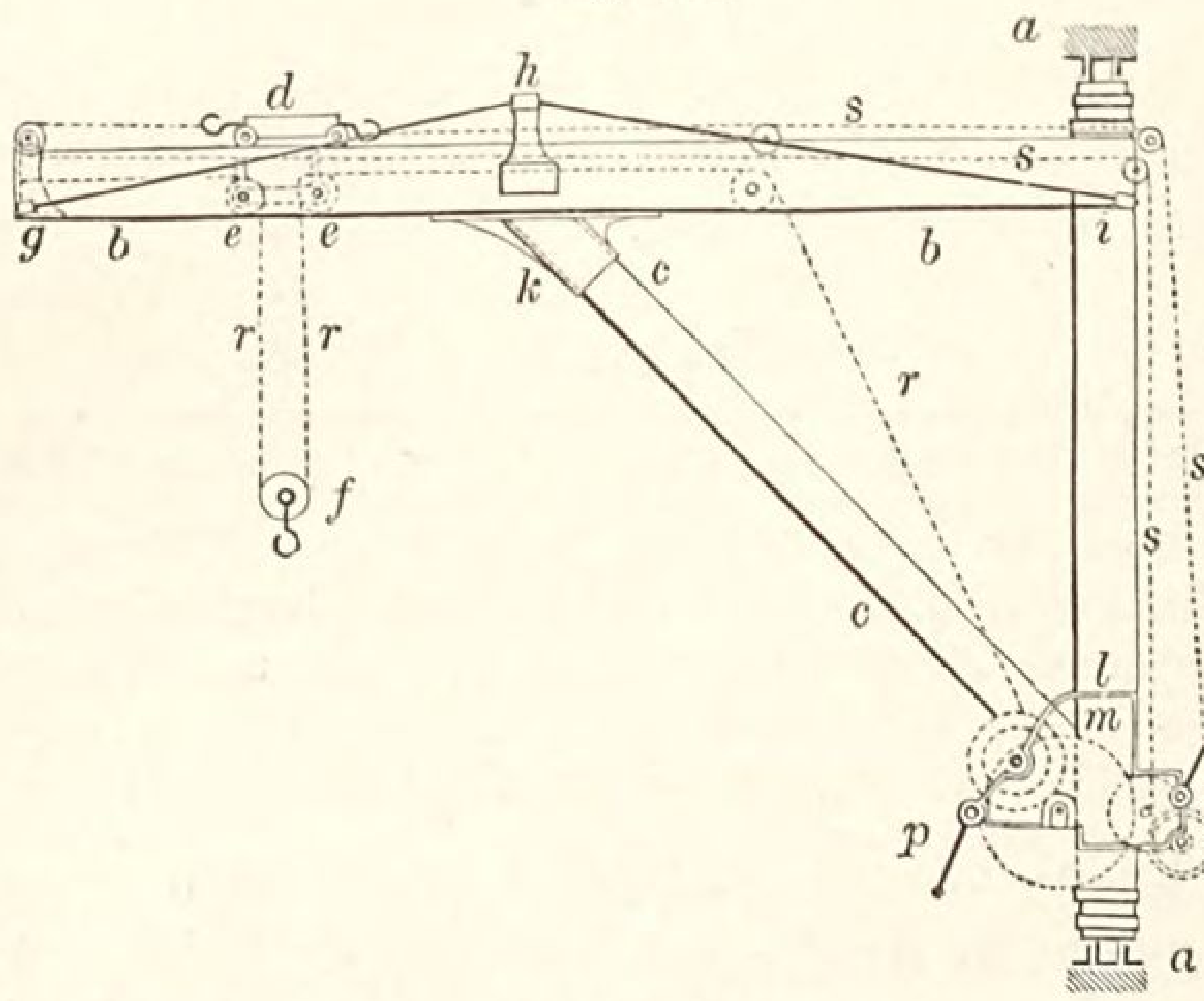
Appleby's „Handbook of Machinery", Section II, Hoisting Machinery. London 1884.

2) Einer jetzt recht oft gebräuchlichen Definitionsweise, dahin gehend, mit dem Namen „Krahne" auch die Windensysteme auf hohen transportablen Gerüsten (für Montirwerkstätten, Giessereien, Brücken-, Kirchen- und anderen grossen Bauten) zu bezeichnen, kann der Verfasser (hier) nicht folgen, da diesen (in der Regel) der Ausleger fehlt. Deshalb sollen diese letzteren (Windesysteme) in einem „Nachtrage" (in §. 11) selbständig besprochen werden.

Krahnsäule drehbar und die Zugstange ist durch eine Kette ersetzt. Es wird (für unsere Zwecke) genügen, den Krahn mit veränderlichem Ausleger zu besprechen und die Anordnung Fig. 173 als (zweckmässigen) Repräsentanten dieser Art (Holzconstruction) zu betrachten [1]).

Sämmtliche Theile, welche über die um zwei Endzapfen *aa* drehbare, verticale Säule hinausragen, der Ausleger *b* und die Strebe *c*, sind doppelt vorhanden. Dabei sind die Balken *bb* der Länge nach mit Bahnschienen aus

Fig. 173.



Flacheisen belegt, auf welchen ein kleiner vierrädriger Wagen *de* (die Katze genannt) laufen kann. Ferner stehen beide nebeneinander liegende Balken so weit von einander ab, oder lassen einen Raum zwischen sich, der fast dem Durchmesser der Säule *a* gleich kommt und wodurch einem mit zwei Rollen versehenen Gehänge *ee* Platz gemacht wird, welches mit der Katze *d* zu einem Ganzen vereinigt ist. Die Verstärkung des Auslegers *b* geschieht durch eiserne Sprengstangen *ghi*, sowie die Verbindung der Strebe *c* mit dem Ausleger *b* durch gusseiserne Schuhe etc. Alles das bedarf (für unsere Zwecke) keiner besonderen Erörterung [2]).

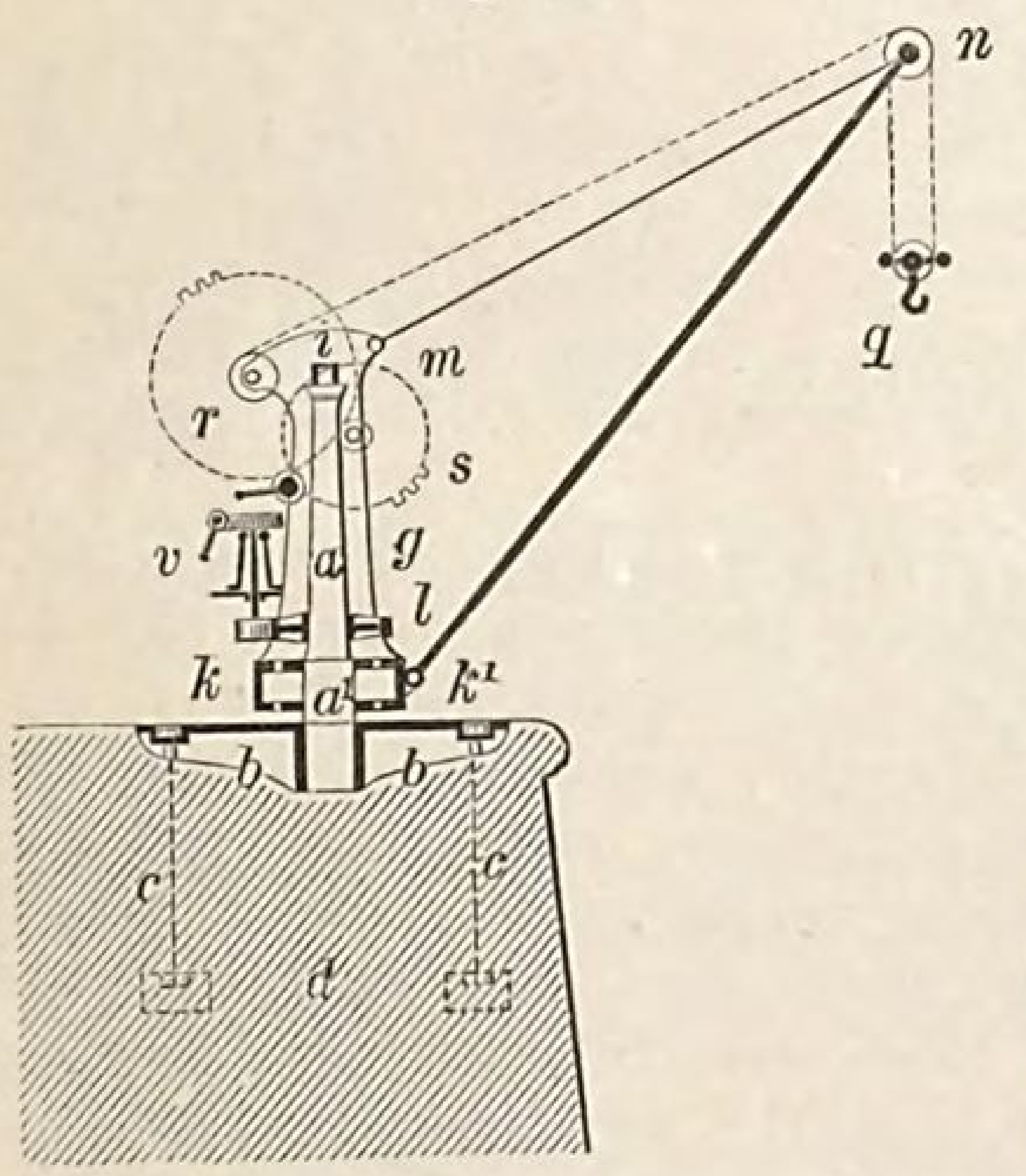
1) Schöne Zeichnungen eines Krahnes, wobei der Ausleger um einen Zapfen der Krahnsäule drehbar gemacht und die Zugstange durch eine Kette ersetzt ist, findet sich u. a. in Wiebe's Skizzenbuch f. d. Ingenieur und Maschinenbauer. Heft II (Hölzerner Krahn von 160 Centner Tragfähigkeit aus der Fabrik von F. Wöhlert in Berlin).

2) Ausführliche (grosse Zeichnungen) eines derartigen (Giesserei-) Krahns für 200 Centner Tragfähigkeit finden sich in der Sammlung von Zeichnungen für die Hütte. Jahrgang 1864. Tafel 16.

Zum Heben und Senken von Lasten, welche man am Haken einer losen Rolle *f* aufhängt, dient eine geeignete Winde *p* mit doppeltem Zahnradvorgelege, auf deren Trommel die Kette *r* auf- und abgewickelt wird. Den geeigneten Horizontaltransport der Last bewirkt man durch entsprechendes Ziehen an einer zweiten Kette *s* und deren Windewerk, welches mit *q* bezeichnet wurde.

Die freistehenden Krahne kann man in solche mit fester, nicht drehbarer Säule und in solche unterscheiden, wobei die Krahnsäule gedreht wird. Erstere Art wird dann entweder so ausgeführt, wie Fig. 174 erkennen lässt, wobei die Krahnsäule sehr kurz ist, oder es reicht diese entsprechend weit in das Fundament hinab und wird darin fest gemauert[1]). In der Regel hält man die erstere Constructionsform für die zweckmässigere und zwar verbindet (befestigt) man dann die Krahnsäule *a* in einer starken gusseisernen Platte *b*, die durch kräftige Bolzen *c* mit dem Fundamente *d* vereinigt wird. Oben trägt die feste Säule *a* einen Zapfen *i*, auf welchen letzteren mittelst einer nach abwärts gekehrten Pfanne das bewegliche Drehgerüst *g* gehängt ist, während sich dieses gleichzeitig unterwärts, vermittelst Rollen im erweiterten ringförmigen Untertheile (des Drehgerüstes) gegen den cylindrischen, gut abgedrehten Theil (Hals) a_1 der Säule *a* stützt. Den Auslader *ln*, welcher von der zu fördernden Last *q* nur auf Druck in Anspruch genommen wird, bildet man entweder aus Holz oder aus Gusseisen, oder wohl auch als Hohlkörper aus Blech, was man kasten- oder zellenförmig vereinigt. Die Zugstange *mn* wird nur auf Zerreissen in Anspruch genommen und deshalb aus Schmiedeeisen hergestellt.

Fig. 174.



Das aus Zahnradpaaren und Kettentrommel gebildete Windewerk *rs* zum Heben und Senken der Last hängt aber so durch geeignete Schilder etc. am Drehgerüst *g* wie ebenfalls der Mechanismus *v* zum Drehen des Krahnes[2]).

Der Umstand, dass der Ausleger verhältnissmässig viel Platz einnimmt und seine niedrige, zu schräge Lage zu mancherlei Unbequemlichkeiten bei der

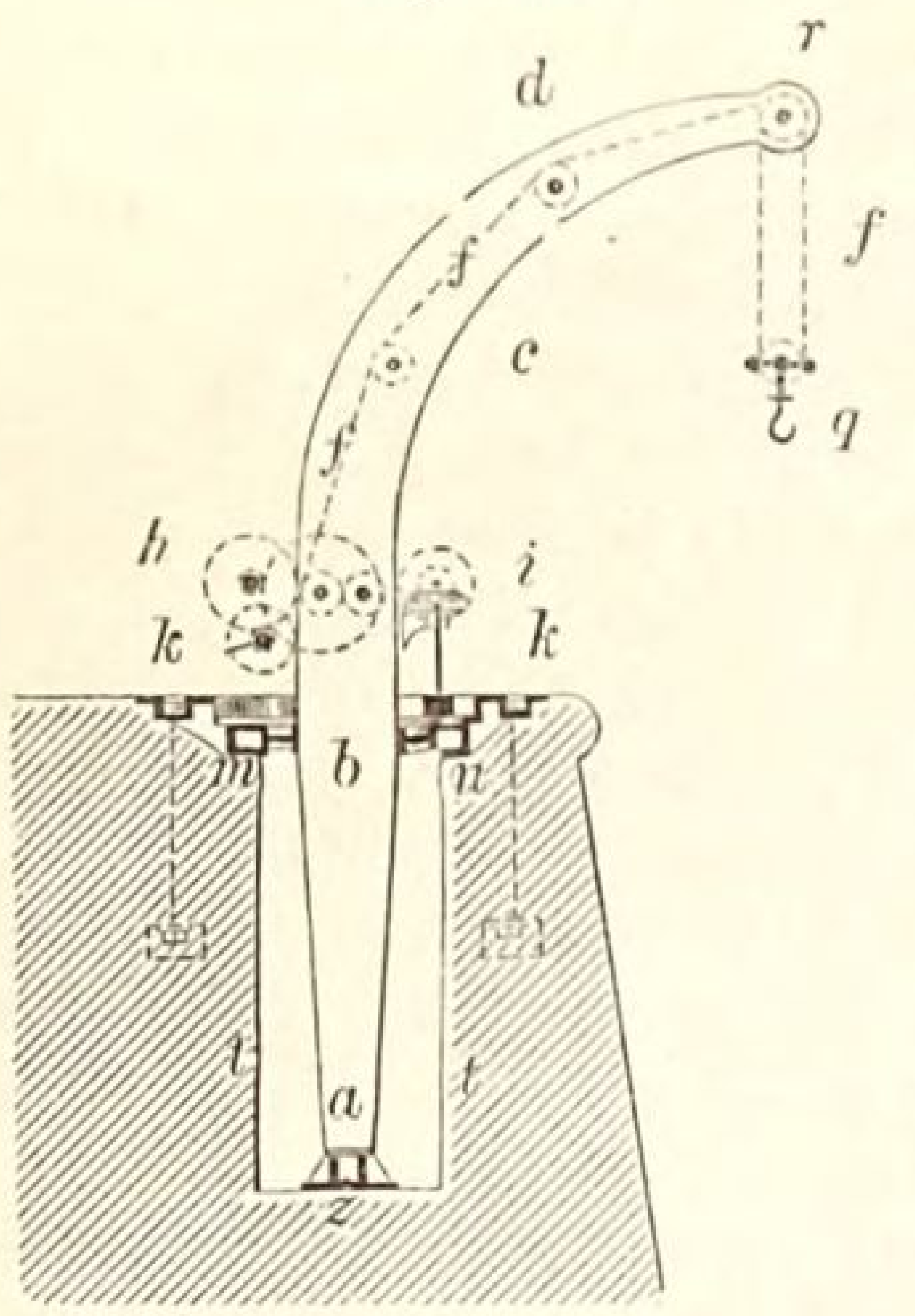
1) Schöne Zeichnungen eines freistehenden gusseisernen Krahnes mit langer feststehender, im Fundamente vermauerter Säule (Krahn im Hafen von Constanz) enthält Bd. 1 der „Polytechnischen Mittheilungen" von Volz und Karmarsch. S. 87. Tafel I—IV.

2) Abbildungen verschiedener derartiger Krahne giebt auch J. Glynn in dem kleinen Werkchen: „On the Construction of Cranes". Fourth Edition. London 1867.

Verwendung des Krahnes Veranlassung wird, endlich Zugstange und Ausleger zwar eine geeignete, aber keine continuirliche feste Construction abgeben, veranlasste (1850) den englischen Ingenieur W. Fairbairn, Krahne aus Eisenblech zu construiren, wobei Ausleger, Zugstange und Krahnsäule zu einem Continuum verbunden sind, gleichsam aus einem Stücke bestehen.

Die Gestalt eines derartigen, aus genietetem Eisenblech gebauten Krahnes lässt Figur 175 erkennen, wobei man zugleich wahrnimmt, dass dieselbe (nach der Fairbairn'schen Anordnung ausgeführt) zur Gattung der Krahne mit drehbarer Säule gehört. Die Querschnitte, rechtwinklig zur geometrischen Mittel- oder Achs-Linie des ganzen Körpers *abcd*, sind überall hohle Rechtecke, welche nach oben hin (also von *b* nach *c* und *d* zu) an Grösse abnehmen. Im hohlen Raume des Körpers läuft die Aufzugskette *f* und liegt die Kettentrommel, während das Windewerk *h*, sowie die Mechanismen *i* zum Drehen des ganzen Krahnes um den Spurzapfen *z* und um das (mit 12 Frictionsrollen ausgestattete) Halslager *mn*, an entsprechenden Schildern der Aussenseiten des Krahnes angebracht sind.

Fig. 175.



Der Verfasser hat den seiner Zeit (1859) grössten derartigen Krahn (Fairbairn's tubular crane) für den Keyham Dock zu Devonport (Plymouth) ausführlich beschrieben und durch Zeichnungen erläutert, worauf hier verwiesen werden muss [1]). Dieser (damals) grösste Krahn der Erde [2]) für Förderlasten bis zu 60 Tons (1200 Cntr.) bestimmt, hat 83 Fuss Totalhöhe von *z* bis *r* gerechnet, wovon 23 Fuss auf *bz* kommen (d. h. die Drehsäule *ab* reicht 23 Fuss unter der Plattform *kk* im gemauerten Schachte *tt* hinab), während der höchste Punkt *r* des Auslegers 60 Fuss hoch über der Plattform *kk* liegt und derselbe Punkt bei der Umdrehung einen Kreis von 53 Fuss Radius beschreibt [3]).

1) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Bd. V (1859), S. 56.

2) Später (1861?) construirte Rennie in London einen schmiedeeisernen Krahn für noch grössere Förderlasten, nämlich für 80 Tons (1800 Centner), wobei zwar Ausleger und Zugstange ebenfalls ein continuirliches Ganzes bilden, jedoch in einer sogenannten Gitterwerkconstruction vereint sind. Dieser für die Woolwicher Dockyards ausgeführte Krahn findet sich beschrieben und abgebildet in Mallet's „Record of the Great Exhibition". 1862, pag. 261. Weiter unten wird sich Gelegenheit finden, Krahne für noch viel grössere Förderlasten (160 Tons) zu besprechen.

3) Ein von Waltjen in Bremen für den Geestemündener Hafen gelieferter ähnlicher Blechkrahn findet sich in Wiebe's Skizzenbuch etc. Heft 31, Bl. 3 bis 6. In derselben Quelle (Wiebe etc.) wird Heft 70 (1870), Bl. 3, ein für

Auch für die Construction hydraulischer Krahne, wie solche (nach Armstrong) bereits (S. 43) besprochen und abgebildet wurden, hat man die Fairbairn'sche Anordnung ausgeführt und zwar u. a. für den Hafen zu Geestemünde in der Provinz Hannover[1]). Der hohle Blechkörper um eine ebenfalls hohle, in das Fundament wenig versenkte, feste (gusseiserne) Säule drehbar gemacht, hat hier die Gestalt ʃ. Aufzugskette und Windetrommel liegen ausserhalb des Krahnkörpers und anstatt eines Gusseisenringes an der Lagerstätte ist hier eine Blechconstruction angewandt etc.

Von besonders beachtenswerthen hydraulischen Krahnen der Neuzeit finden sich schöne Beispiele (abgebildet und beschrieben) namentlich in Appleby's „Handbook of Machinery", Section II (London 1884) und in den englischen Zeitschriften „Engineer" und „Engineering".

Der Verfasser entlehnte hier dem Appleby'schen Buche (eine Art illustrirter Katalog) pag. 34 den hier Fig. 176 abgebildeten und durch (hinzugefügte Erläuterungs-Durchschnittsskizzen) Fig. 177 und 178 unter dem Namen „Hydraulic Fixed Wharf (Ufer) or Pillar" (Säulen-) aufgeführten Krahn, der für eine Maximal-Förderlast von 20 Tons construirt und ausgeführt wurde, dabei aber so angeordnet ist, dass er auch vortheilhaft für Förderlasten bis zu 14 Tons und abwärts bis zu nur 7 Tons in Anwendung gebracht werden kann.

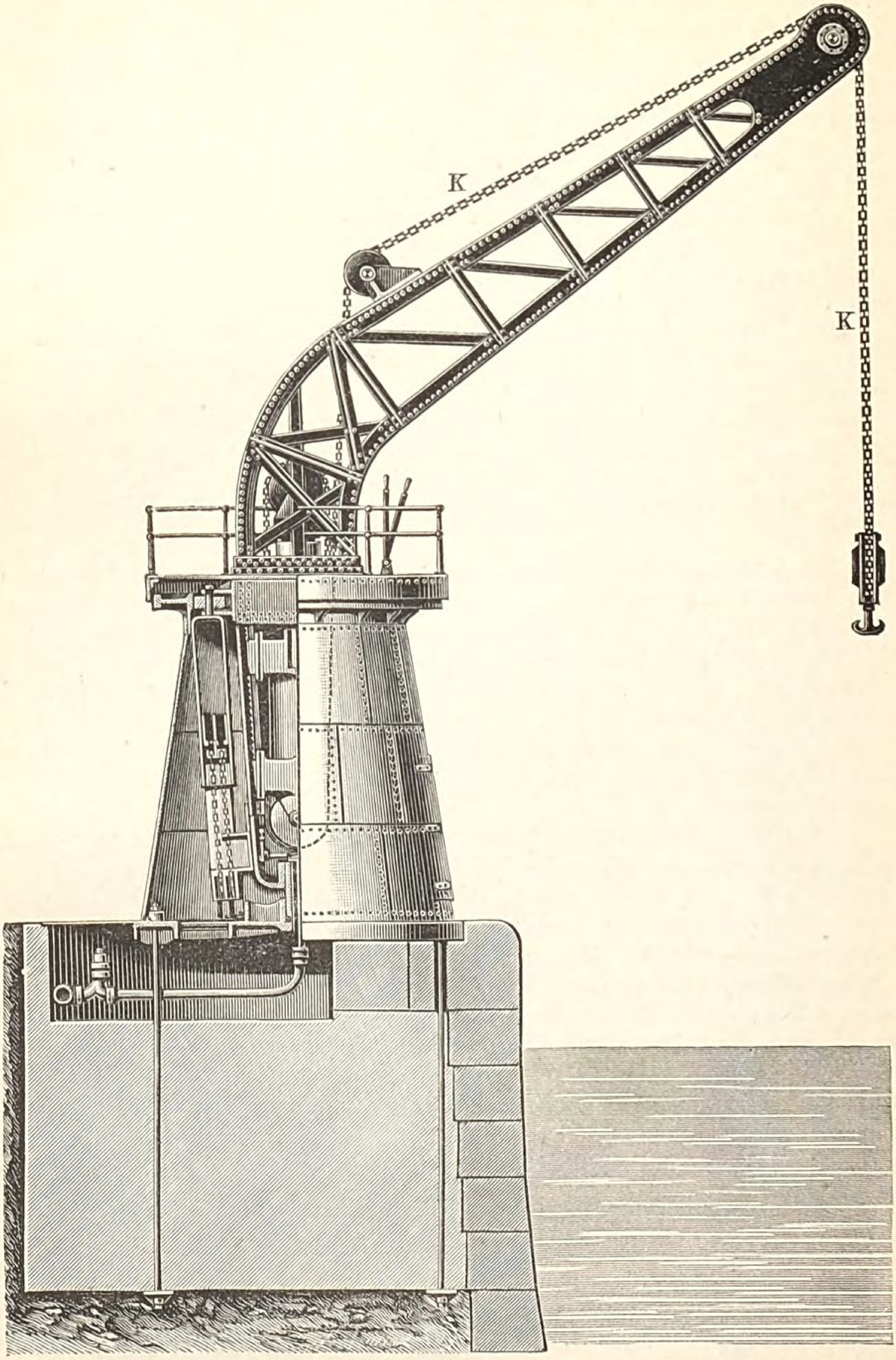
Zu letzteren Zwecken hat der Constructeur für die Hebung und Senkung von Lasten drei hydraulische vertical stehende (Wasser-) Druckcylinder CC (Fig. 177 und 178) in Anwendung gebracht, die mit den Köpfen ihrer Kolben $\delta\delta$ zwar durch eine Traverse (ein Querhaupt) DD vereinigt sind, jedoch auch einzeln wirksam gemacht werden können und zwar derartig, dass entweder alle drei Kolben zugleich für die grössten Förderlasten bis zu 20 Tons, oder die beiden äusseren Kolben allein für Lasten bis zu 14 Tons, oder endlich der mittlere Kolben allein bis zu Lasten von 7 Tons in Activität gesetzt werden können.

Aus den beiden Durchschnittsfiguren erhellt ohne Weiteres, dass man auf dem gemeinsamen Querhaupte DD der drei Kolben $\delta\delta$ die Rollen rr der festen Flasche placirt hat, welche in bekannter Weise (S. 43, Fig. 33) mit den Rollen $r_2 r_2$ der festen Flasche correspondiren und über welche die Förderkette kk entsprechend geführt ist. Die durch Drehen der Krahnsäule um eine verticale Achse zu erzeugende Versetzung (Verschiebung) der Last in horizontaler Richtung wird mittelst seitlich (in schräger Richtung) angebrachter Druckcylinder u bewirkt, wozu die Rollen p und p_1 zur Flaschenzugbildung gehören etc.

die Artillerie-Werkstatt in Spandau von L. Schwartzkopf in Berlin ausgeführter Fairbairn-Krahn beschrieben und durch Abbildungen erläutert.

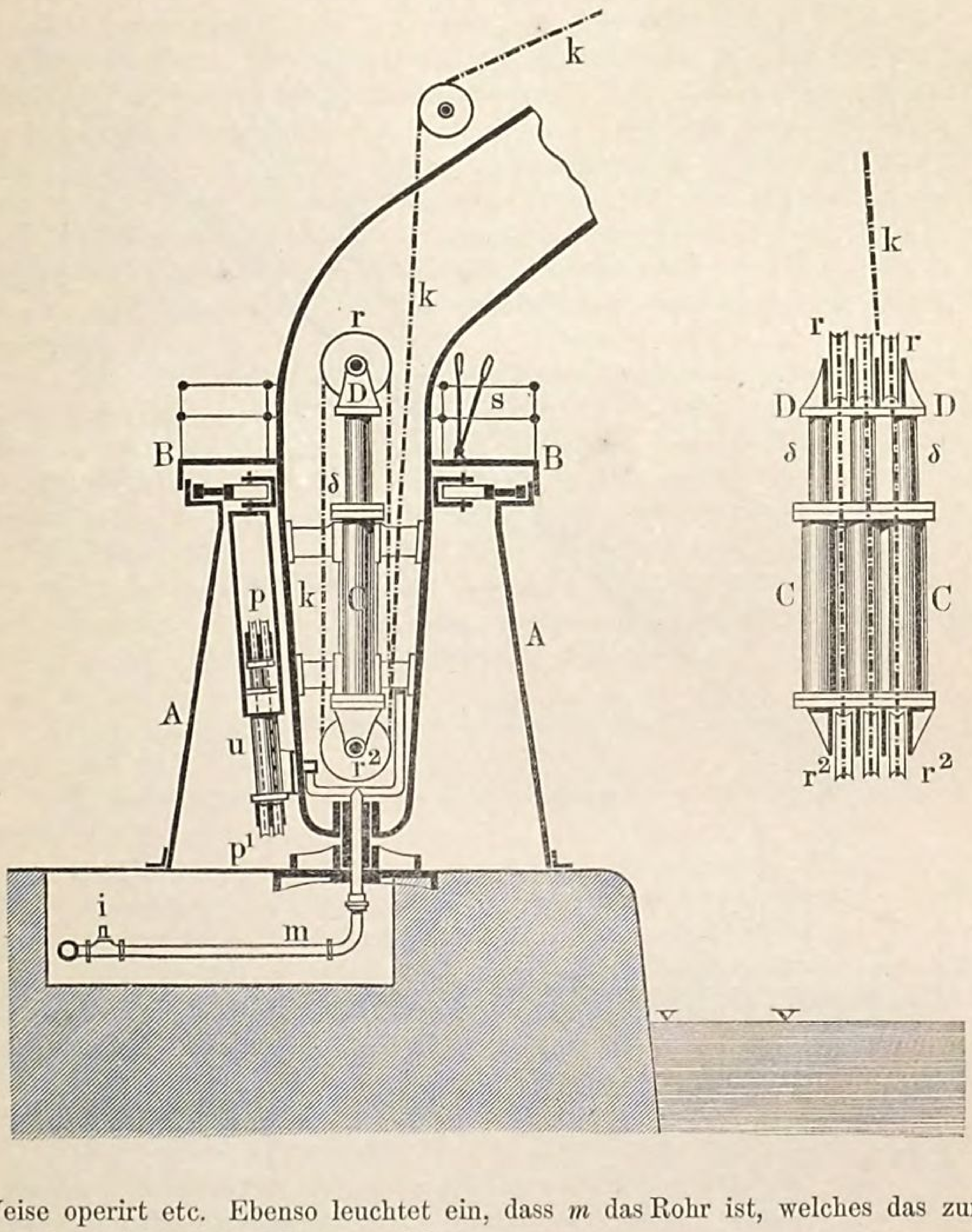
1) Welkner in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Bd. XII (1866), S. 316. Im Geestemündener Hafen finden sich zwei solche hydraulische (Blech-) Krahne von je 50 Cntr. Tragkraft, sowie 8 hydraulische Krahne, jeder von 20 Cntr. Tragkraft. Vorbemerkter Quelle sind vier grosse Tafeln Abbildungen beigegeben. Wir benutzen die Gelegenheit, die noch ganz nach Armstrong'scher Weise angeordneten Krahne der steuerfreien Niederlage zu Harburg, in derselben Zeitschrift Bd. VI (1860), S. 443 etc. besprochen, hierbei in Erinnerung zu bringen.

Fig. 176.



Der Zweck aller übrigen Theile unserer grossen Durchschnittsfigur 177 dürfte ohne Weiteres zu erkennen sein. Hierher gehört der grosse Kegelmantel *A*, welcher die Haupttheile des Werkes einschliesst und sich oberhalb zu einer balkonartigen Plattform *B* erweitert, woselbst der den Krahn bedienende Arbeiter Platz nimmt, daselbst an den Steuerhebeln in geeigneter

Fig. 177. Fig. 178.



Weise operirt etc. Ebenso leuchtet ein, dass *m* das Rohr ist, welches das zum Betriebe erforderliche Wasser zuführt.

Schliesslich erfüllen wir noch das vorher (S. 466, Note 2) gemachte Versprechen, auf den zur Zeit wohl allergrössten hydraulischen Krahn für 160 Tons Förderlast aufmerksam zu machen, welchen unlängst Armstrong in seiner Newcastler Maschinenfabrik für den italienischen Kriegshafen Spezzia construiren

und ausführen liess. Dieser Uferkrahn (der Hauptsache nach wie der Appleby-sche Krahn, Fig. 176, disponirt) ist besonders zum Fördern, Versetzen etc. von Armstrong-Geschützen bis zu 100 Tonnen Gewicht bestimmt und weshalb er auch in der Richtung rückwärts vom Ausleger mit einem Gegengewichte (Fig. 181) von 350 Tons ausgestattet wurde. Beschreibung und Abbildungen dieses Riesenkrahns finden sich in der englischen Zeitschrift „The Engineer“ vom 10. Mai 1876, pag. 168 und 170.

Fig. 179.

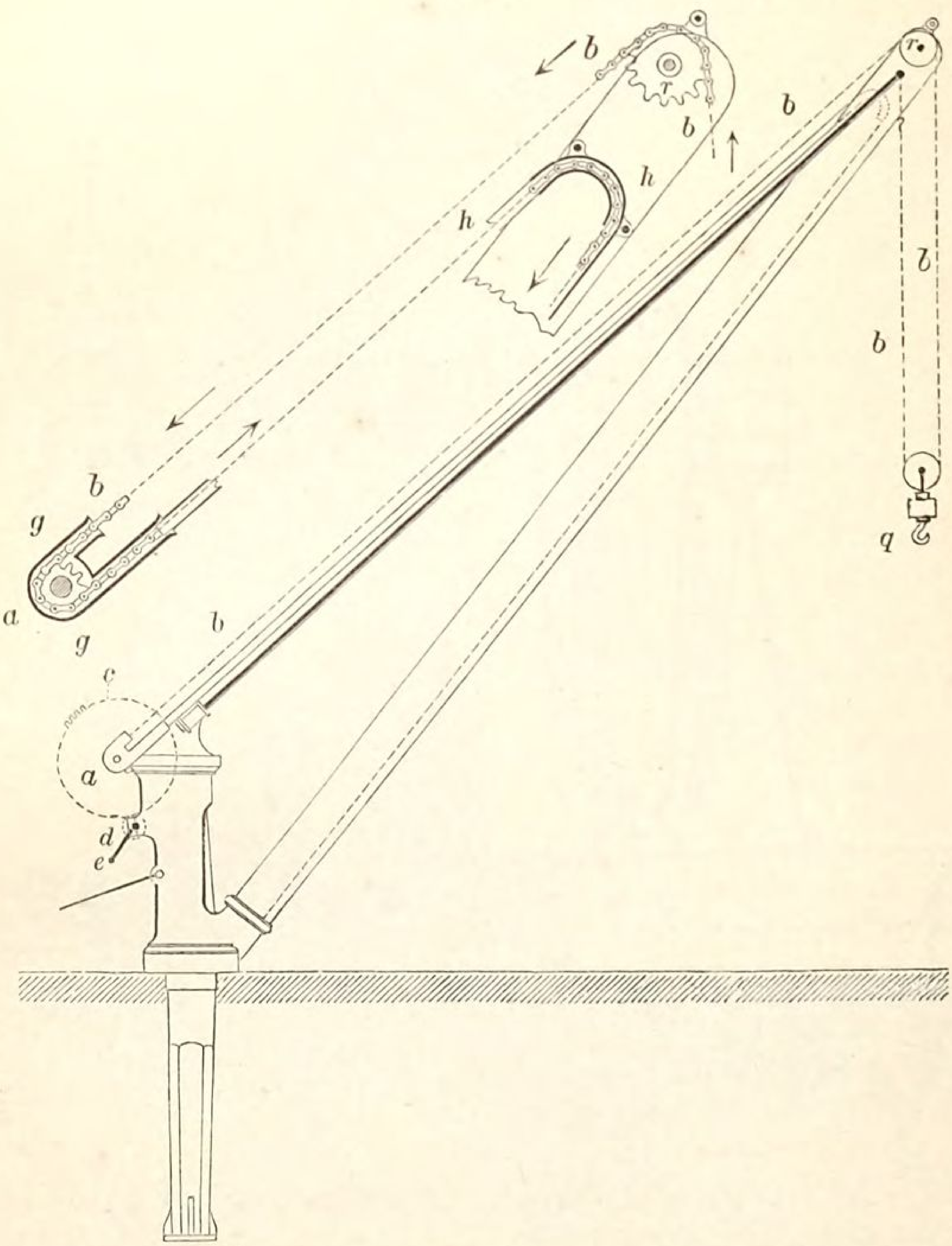


Fig. 180.

Eine Krahnanordnung, welche seiner Zeit in Frankreich sehr viel von sich reden machte, ist die in den Fig. 179 und 180 skizzirte von Camille

Neustadt, einem Beamten der Paris-Orleans-Eisenbahn[1]). Hierbei hat man (ähnlich wie bei Bernier's Winde S. 111) die gewöhnliche Seiltrommel durch eine sogenannte Nuss *a* (richtiger Kettenzahngetriebe) und die aus elliptischen Ringen gebildete Kette durch eine Gall'sche Gliederkette *b* ersetzt. Auf der Welle von *a* steckt dann das grosse Zahnrad *c*, in dessen Zähne die des Getriebes *d* fassen, welches mit der Handkurbel *e* auf derselben Welle steckt.

Die Gall'sche (oder Gelenk-) Kette wird dabei in geeigneten Röhren *gg* und *hh* von der Triebkraft fortgeschoben, zuerst im Rohre *gg*, nachdem (beim Erheben einer Last *q*) die Förderkette ein oberes Kettenrad *r* passirte und nachher im Rohre *hh*, welches letztere gleichsam ein Magazin für den Theil der Kette ist, welcher die Hubarbeit verrichten half. Hiernach kann man nicht läugnen, dass mit dieser Anordnung mancherlei Vortheile erreicht werden, wohin namentlich der Wegfall einer (verhältnissmässig) grossen Kettentrommel gehört, die Länge der aufzuwickelnden Kette nicht so beschränkt ist wie bei den gewöhnlichen (zugleich als Kettenmagazin dienenden) Windetrommeln, der verminderte Druck zwischen den Zähnen der Windezahnräder *c* und *d*, die bei Ketten mit Ringgliedern sehr oft vorkommenden Erschütterungen und Stösse wegfallen etc.

Dessen ungeachtet haben sich die Neustadt'schen Krähne in Deutschland (nach unserem Wissen)[2]) wenig oder gar keinen Eingang verschaffen können und zwar höchst wahrscheinlich deshalb, weil die ganze Construction wieder Uebelstände mit sich führt, wodurch die angeführten Vortheile mehr oder weniger aufgehoben werden. Dahin gehört vor Allem die grosse Reibung in den vielen Bolzen der Gall'schen Kette (S. 80 und 111) und deren Schleifen in den Leit- und Magazin-Rohren *g* und *h*, nicht zu gedenken des Reckens und Abnutzens der Gall'schen Kette, wodurch der Eingriff der Getriebzähne *a* und *r* mehr oder weniger beeinträchtigt wird[3]).

1) Armengaud, Publication industrielle. Vol. XII. pag. 489, Pl. 39, und Vol. XVI. Pl. 23 und 24.

Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen. 1866, S. 189.

2) Eine dem Verfasser vorliegende Broschüre, welche er 1862 in der Londoner Ausstellung zum Geschenk erhielt und betitelt ist: „Note sur les Grues et Appareils de Levage a chaine Galle" (Système Neustadt), verzeichnet pag. 6 eine sehr grosse Anzahl an verschiedene Etablissements abgelieferte derartige Krahne u. a. 116 Stück für die französische Westbahn, 61 für die Orleansbahn, 51 für die kaiserlich französische Marine, 59 für spanische, 19 für schweizerische Eisenbahnen etc., jedoch nur 3 für die österreichische Staatsbahn und keinen einzigen für Deutschland!

3) Es wäre hier vielleicht der Ort, nachträglich über die Krahngattung zu berichten, bei welcher die gehobenen Lasten zugleich gewogen werden können. Es wird indess genügen, folgende Quellen zu notiren, worin sich dieselben beschrieben und durch Abbildungen erläutert vorfinden:

„Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover". Jahrg. 1845, S. 229: George's „Brückenwaagensystem", und besonders S. 234, Figur 6 und 7. Ferner Armengaud, Publication industrielle. Vol. IV. Pl. 13: „Grue dynamometrique" par Lasseron et Legrand.

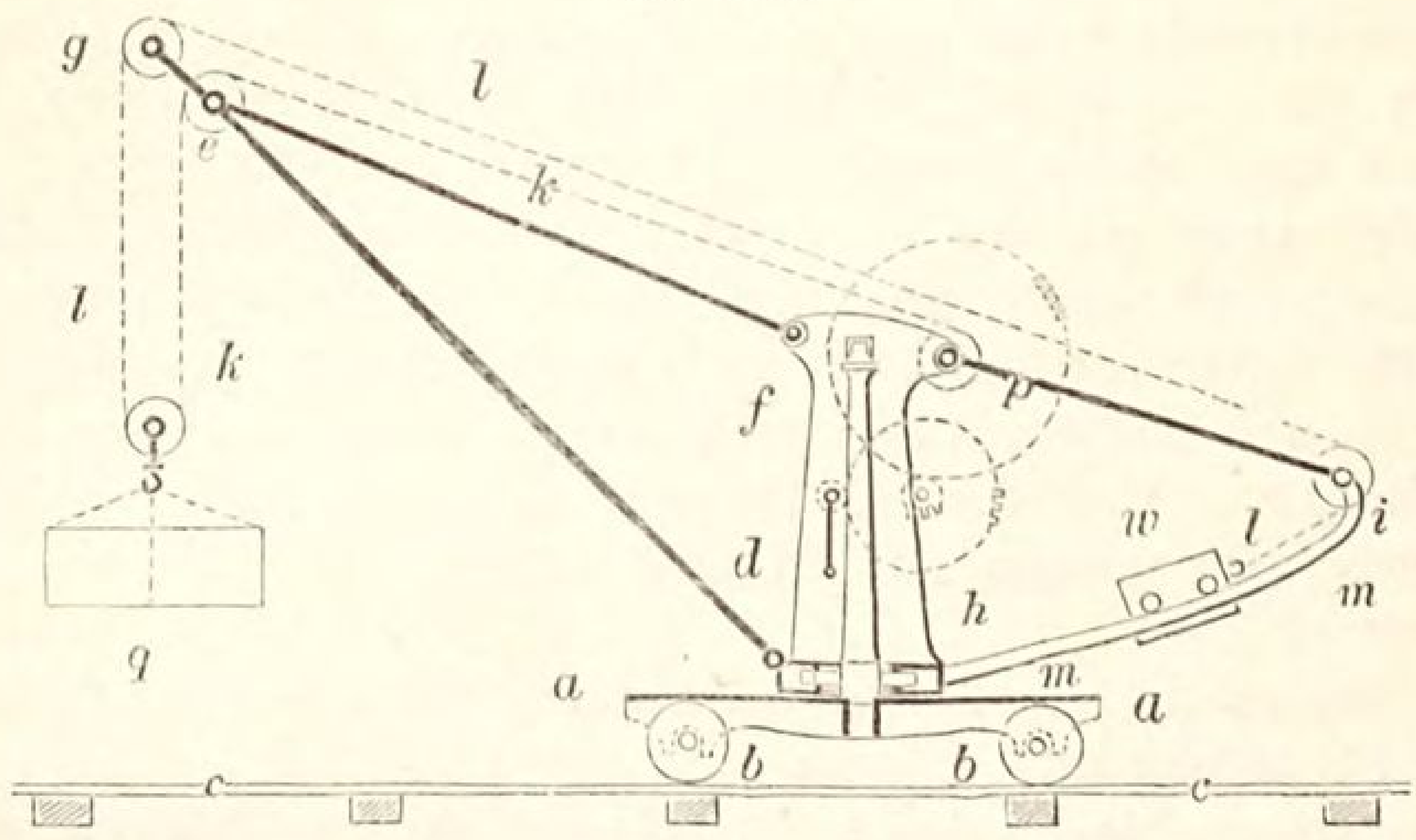
§. 9.

B. Transportable Krahne.

Anstatt beim Krahne mit kurzer Säule (Fig. 174) die gusseiserne Plattform mit dem Steinfundamente zu vereinigen, kann man dieselbe auch auf 3 oder 4 Räder, d. h. auf einen Transportwagen *aabb*, Fig. 181, setzen, sobald man nur geeignete Mittel zur Herbeiführung der nothwendigen Stabilität in Anwendung bringt. Dass man dabei den ganzen Bau auf entsprechenden Radbahnen *cc* laufen lässt, versteht sich von selbst.

Da die mittelst des Krahnes zu hebenden Lasten nur selten constant sind, so bringt man am Krahnmantel *dfh* auf der ent-

Fig. 181.



gegengesetzten Seite des Auslegers *de* entsprechende Gegengewichte *w* an, die derartig verstellbar sind, dass das Drehmoment der zu fördernden Last, welches das Umkippen der ganzen Maschine nebst Wagen veranlassen könnte, durch die entgegengesetzt wirkende Drehenergie des Gegengewichtes aufgehoben wird.

Vortreffliche (Constructionszeichnungen) Darstellungen von Lauf- oder Rollkrahnen (wohl auch Eisenbahnkrahne genannt) mit Gegengewichtsanordnungen findet man in den unten verzeichneten Werken und Zeitschriften[1]).

Auf der Pariser internationalen Ausstellung von 1867 fand sich ein nach

1) Le Blanc, „Recueil des Machines" etc. 4e Partie. pag. 39 et 40. Dieser aus dem berühmten Maschinenbau-Etablissement von Sharp-Robert's in Manchester stammende Laufkrahn ist lange Zeit als Muster zweckmässiger schöner

der Idee Jambille's (Ingenieur der Eisenwerke von Maubège) ausgeführter fahrbarer Krahn von der in Fig. 181 dargestellten Anordnung vor, der in Oppermann's „Visite d'un Ingenieur à l'exposition universelle de 1867", pag. 383 unter der Bezeichnung „Grue roulante à l'équilibre constant et a contrepoids automoteur" beschrieben und abgebildet ist. Neu ist an diesem Krahne die eigenthümliche gekrümmte Bahn hi, auf welcher ein Gegengewicht w läuft, woran eine Kette l befestigt ist, die über eine besondere Rolle an der höchsten Stelle g des Auslegers gd geht und in der Fortsetzung zugleich die Förderkette k bildet, an welcher die Last q hängt. Der Kettentheil k läuft über die gewöhnliche feste Leitrolle e und wird bei p auf der Windetrommel auf- und abgewickelt. Je grösser die Last q ist, um so höher wird das Gegengewicht w in der Bahn hm aufsteigen, welche letztere (nach den bekannten statischen Gesetzen über die sogenannten Gleichgewichtskurven)[1] derartig gestaltet werden kann, dass (innerhalb selbstverständlicher Grenzen) das Gegengewicht w jeder zu fördernden Last q das Gleichgewicht hält[2]. Diese Anordnung hat offenbar die Nachtheile, dass sie ein (verhältnissmässig) grosses Quantum Förderkette kl beansprucht, die Arbeit verlangsamt und viel Platz einnimmt. Zur Beseitigung dieser Uebelstände hat ein Ingenieur Grosse in Manchester das Balancirgewicht an langen Armen eines hochgestellten Hebels angebracht, über dessen kurzen Arm (unter Einschaltung einer festen Rolle) die aufzuwindende Kette läuft[3]. Je nach der zu fördern-

Construction betrachtet und zum Nachbauen etc. benutzt worden. — Grosse Aehnlichkeit mit diesem Laufkrahne hat ein für 100 Cntr. Tragfähigkeit berechneter „Eisenbahnkrahn", welcher in der Maschinenfabrik von van der Zypen & Charlier in Deutz erbaut wurde und fast auf sämmtlichen rheinischen und westphälischen Eisenbahnstationen in Gebrauch ist. Veröffentlicht ist derselbe in der „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte". Jahrg. 1864, Tafel 35.

Ganz eigenthümlich ist die Anordnung eines Laufkrahnes mit Standfüssen etc., den Neustadt in Paris ausführte. Man sehe deshalb das Polytechn. Centralblatt, Jahrgang 1865, S. 924.

1) Man sehe u. a. des Verfassers „Grundzüge der Mechanik". (Leipzig 1860). S. 235.

2) Contamin (Portef. écon. des Machines par Oppermann. 1869. pag. 7) ermittelt im vorliegenden Falle die Curven kmi als Parabelbogen. Eine andere Bestimmung ist die des Prof. Weiss in Dresden, welcher zu Kreisbahnen gelangt und worüber nachzulesen ist in der Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. Bd. XX. (1873), S. 61, unter der Ueberschrift: „Die Form der Gegengewichtsbahn des fahrbaren Krahns mit selbstthätiger Ausbalancirung". Beachtenswerth ist auch eine von Keller geschriebene Abhandlung, betitelt: „Selbstthätige Ausbalancirung bei fahrbaren Krahnen", in dem Wochenblatte des österr. Ingenieur-Vereins, Jahrg. 1877, S. 268.

3) Dr. Grothe's „Allgemeine deutsche polytechn. Zeitung". Jahrgang 1878, Nr. 22, S. 278, unter dem Titel: „Ueber Krahne". Vortrag des Ingen. Grosse in der Scientific and Mechanical Society of Manchester. (Mit einer Abbildung begleitet). Ferner in der Zeitschrift „The Engineer". 1873. Vol. XXV. pag. 295.

den Last wird das Balanciergewicht am gedachten Hebel zu einer Höhe erhoben, welche der jedesmaligen Last entsprechend ist, bevor sich letztere hebt oder senkt. Da auch dieser Anordnung Mängel anhaften, so wird es bis auf Weiteres am praktischsten sein, ein festes Gegengewicht für mittelgrosse Lasten anzubringen und dies beim Fördern bedeutender Lasten durch aufgelegte Eisenstücke (Bahnschienen etc.) zu vergrössern[1]).

Bei transportabeln Dampfkrahnen sucht man so weit als möglich das Gewicht des Kessels und der Dampfmaschine als Balanciergewicht nützlich zu machen.

Einen der vorzüglichsten Dampfkrahne der Gegenwart, von Brown Brothers (früher Brown, Wilson & Co.) in London construirt und vielfach ausgeführt, lassen die Fig. 182 und 183 erkennen[2]). An diesen Krahnen ist vor Allem die glückliche Uebertragung des Flaschenzugs-Principes der hydraulischen Krahne (S. 195) auf die Dampfkrahne zu rühmen. Das Gestell *a*, worauf die ganze Construction ruht, läuft auf vier Rädern. Die fortschreitende Bewegung des Krahnes auf einer geeigneten Eisenbahn wird dadurch bewirkt, dass die Lastkette *x* möglichst weit vorausgebracht und an einem Pfahl etc. befestigt wird. Der Krahnführer lässt die Dampfmaschine einen vollen Hub machen und zieht dadurch die ganze Maschinerie mit grosser Geschwindigkeit fort[3]).

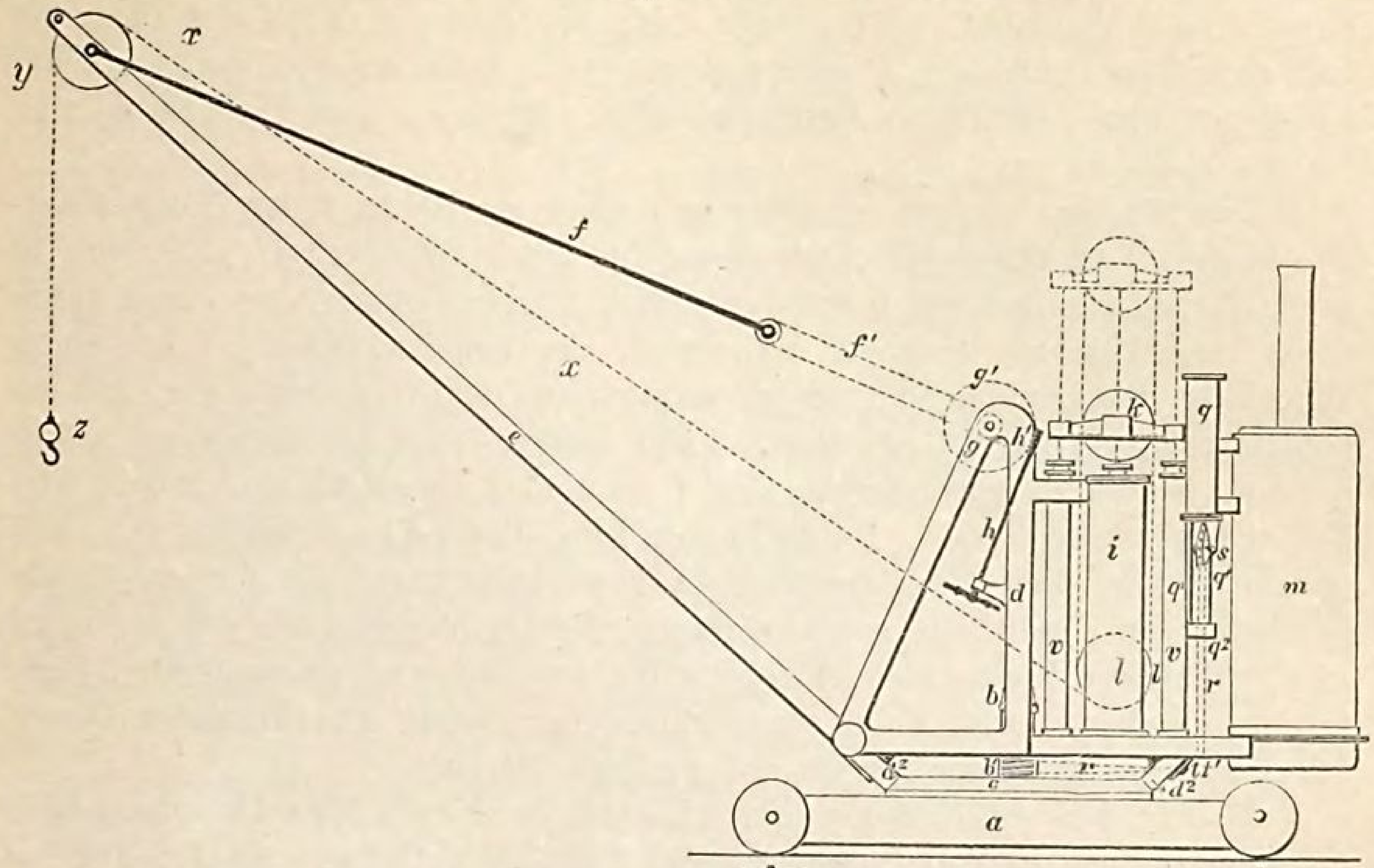
1) Eine eigenthümliche Anordnung der Art, dass (unter Bezugnahme auf ein Untergestell von allerdings nicht geringem Gewicht) ein festes Gegengewicht dem Krahne in jedem besonderen Falle den nöthigen Grad von Stabilität giebt, hat Ingenieur Schwanke in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. V (1861), S. 299, Tafel 26, veröffentlicht, die jedenfalls der Beachtung werth ist.

2) The Engineer. October 1867, pag. VIII, und ebendaselbst vom 22. Juli 1870, pag. XVI.

3) Kleine Nachhülfen, um den Krahn genau in die richtige Stellung zu bringen, werden mittelst einer Art Knarre bewirkt, welche ein Zahnrad und damit die Räder des Wagens *a* dreht. Eine gute perspectivische Zeichnung des Brown-schen Krahnes enthält ein vortrefflich geschriebener Artikel in Erbkam's Zeitschrift für Baukunst. Jahrg. 1868, S. 529, Blatt R bis U (im Text), welcher den Herrn Wasserbau-Director J. Dalmann in Hamburg zum Verfasser hat. Diese Arbeit ist mehr als irgend eine andere geeignet, die Vielseitigkeit der jetzigen Laufkrahnconstruction mit Dampf-, Wasser- und Luftbetrieb kennen zu lernen und sogar eine gewisse Uebersicht zu bieten. Auf Submissionen zu Laufkrahnen für den Betrieb der Sandthor-Quais waren Offerten aller Art eingegangen. Die hervorragendsten Projecte bemerkenswerther Firmen sind folgende:

1. Dampfkrahne (die meisten solche, welche ihren Kessel mit sich führen) von C. Waltjen in Bremen, Schwarzkopf in Berlin, Moltrecht in Hamburg, Behne & Hertz in Harburg, Routhledge in Liverpool, Forrest & Bar in Glasgow, Appleby Brothers in London.

Fig. 182.



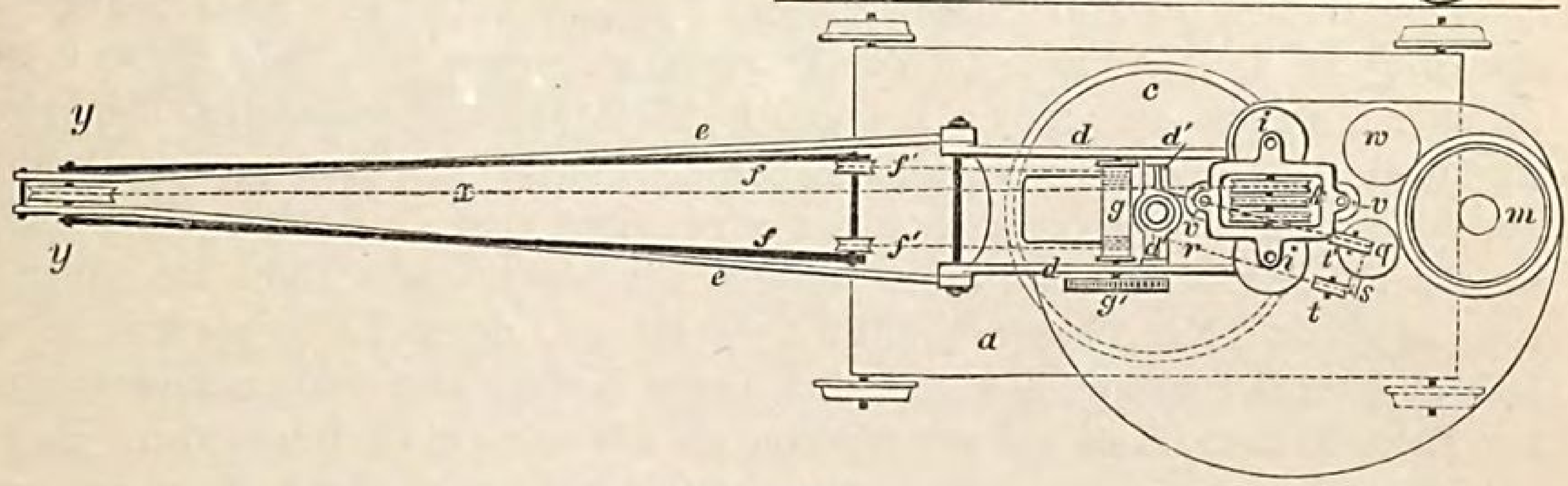


Fig. 183.

2. Luftkrahne von John Cockerill in Seraing und von Hoppe in Berlin.

3. Hydraulische Krahne von Lange & Zeise in Altona, W. Ritter ebendaselbst und von Hoppe in Berlin.

4. Turbinen-Krahn von A. Nagel in Hamburg.

Die Krahne aus der Fabrik von Brown, Wilson & Co. in London fanden erst später Beachtung.

Die hiernach schliesslich gewählten 27 Krahne für den Verkehr am Sandthorquai sind folgende:

2 grosse Dampfkrahne (60 bis 100 Cntr. Tragkraft) von C. Waltjen,

16 Dampfkrahne (32 Cntr. Tragkraft) von Brown, Wilson & Co.,

1 Dampfkrahn von Appleby Brothers,

4 Handkrahne von W. Ritter und

4 Handkrahne vom Lüneburger Eisenwerk.

Der Dalmann'schen Abhandlung ist auch eine Abbildung des Waltjenschen 100 Centner-Dampfkrahns (mit Frictionsrollen und Mittelzapfen ohne Krahnsäule) beigefügt.

Fast die ganze Last des Krahnes ist hierbei auf den Mittelzapfen der Krahnsäule *b* gebracht, so dass nur noch ein geringer Theil der Last von drei conischen Laufrollen d^2 aufzunehmen ist, welche auf einem grossen, auf der Grundplatte befestigten Kranze *c* laufen. Schilde *d* und Traverse d_1 sind die gewöhnlichen.

Zum Fördern (Heben oder Senken) einer am Haken *z* der Kette *x* aufgehangenen Last dient eine Dampfmaschine mit 2 Cylindern *ii*, jeder von 16 Zoll Durchmesser und von 6 Fuss Kolbenhub. Beide Kolbenstangen sind durch einen Kreuzkopf mit einander verbunden, der dabei so gestaltet ist (einen viereckigen Rahmen bildend, wie namentlich aus dem Grundrisse Fig. 183 erhellt), dass er geeignet ist, die 3 losen Rollen eines Flaschenzuges aufzunehmen, dessen correspondirende drei feste Rollen da placirt sind, wo in Fig. 182 der Buchstabe *l* steht. Durch Einschaltung dieses Flaschenzuges wird Hub und Geschwindigkeit der Dampfkolben versechsfacht auf die fortschreitende Bewegung der Förderkette *x* übergetragen, die am oberen Ende des Auslegers in gewöhnlicher Weise über eine feste Rolle *y* läuft und am äussersten Ende mit dem Haken *z* zum Anhängen von Lasten versehen ist. Wird der Dampf ausgelassen, so sinkt der Kolben und zugleich die Last.

Zum Drehen des Krahnes dient eine zweite eincylindrige Dampfmaschine *q*, deren Kolben 12 Zoll Durchmesser und 40 Zoll Hub hat. An der Kolbenstange q^1 dieser Maschine sitzt die Traverse q^2, woran eine feste Kette *r* befestigt ist, welche über Rollen *s*, *t* und t_1 (Fig. 183) und schliesslich über eine Trommel b^1 an der Krahnsäule *b* läuft. Sobald der Kolben der Dampfmaschine *q* zum Aufsteigen gezwungen wird, zieht man die Kette *r* an, wickelt sie um die Krahnsäule und dreht dadurch den beweglichen Theil des Krahnes um die Säule. Mit Wasser gefüllte Cylinder *vv*, deren Kolbenstangen ebenfalls an dem Kreuzkopfe befestigt sind, deren Kolben also an den Bewegungen der Dampfkolben Theil nehmen, dienen als Sicherheits-Bremsen, die in Wirksamkeit treten, wenn zufolge eines Kettenbruchs oder durch einen anderen Umstand veranlasst, die Dampfkolben in zu rasche Bewegung versetzt werden. Der Raum über und unter den Kolben der Cylinder *v* ist mit einem eigenthümlich eingerichteten, mit einem Ventile ausgestatteten Wasserreservoire (Cylinder) *w* (Fig. 183) in Verbindung gesetzt.

Beim Aufgange der Kolben in den Cylindern *vv* folgt diesen das Wasser aus dem Reservoire *w*, während beim Kolbenniedergange dies Wasser in den Behälter *w* zurückfliesst. Dabei passirt das Wasser das erwähnte Ventil, welches demselben gestattet, aus *w* nach *vv* zu strömen, während der Rückgang des Wassers aus den Cylindern *vv* nach dem Reservoire *w* nur dann erfolgen kann, wenn der Maschinist (mit Hülfe eines Hebels) das Ventil geöffnet hat[1]).

Der Ausleger *e* ist um seinen tiefsten Punkt am beweglichen Krahngehäuse drehbar gemacht, so dass dessen Neigung gegen den Horizont (also seine Ausladungsgrösse) verändert werden kann.

Hierzu haben die Constructeure die Zugstange *f* zum Theil durch einen Rollenzug f' ersetzt, dessen Kette auf einer Trommel *g* auf- und abgewickelt

1) Herrn Dalmann's Abhandlung enthält eine besonders detaillirte Abbildung der zur Bremsvorrichtung gehörigen Theile, worauf hier verwiesen werden muss.

werden kann. Die Drehung der Trommel g wird durch ein Rad g' vermittelt, in dessen Zähne das Gewinde einer Schraube ohne Ende h' fasst und welche letztere durch ein sogenanntes Handrad h in Umdrehung gesetzt werden kann.

Ueberdies lässt sich der vordere Theil des Auslegers c teleskopisch aus- und einschieben, also verlängern und verkürzen. Die grösste Ausladung des Auslegers durch Senkung und Hinausschieben beträgt demgemäss 33 Fuss.

Der Arbeitsdampf wird im Kessel m entwickelt, durch dessen Gewicht der Krahn so balancirt ist, dass beim Leergange die beiden hinteren kegelförmigen Frictionsrollen d_2 und im belasteten Zustande die vordere sehr grosse Rolle den Führungsring berührt.

Der Dampfdruck, mit welchem gearbeitet wird, beträgt 90 bis 120 Pfd. pro Quadratzoll. Letztere Pressung wird jedoch nur in Anwendung gebracht, wenn die zu hebenden Lasten auf etwa 40 Cntr. anwachsen.

Von den vier Laufkrahn-Gattungen, welche bei der erwähnten Hamburger Submission zur Ausführung und Anwendung gelangten, verdienen namentlich zwei noch ganz besonders der Erwähnung. Es sind dies die grossen Dampfkrahne von C. Waltjen in Bremen und die hydraulischen Krahne von W. Ritter in Altona. Hinsichtlich der speciellen Constructionsanordnungen beider Krahngattungen müssen wir wieder auf die unten angegebenen Quellen verweisen [1]).

Waltjen's grosse Maschinen gehören wieder zur Gattung der Krahne mit Frictionsrollen und Mittelzapfen ohne Krahnsäule. Die von ihnen besonders zu lösende Aufgabe bestand darin, sich rasch (in einer Viertelstunde) aus einem mit höchstens 50 Cntr. arbeitenden Krahne in einen Krahn von 100 Cntr. verwandeln zu lassen. Soll letzteres geschehen, so wird das auf einem besonderen Wagen liegende Gegengewicht herangefahren, die horizontale Stangenverbindung, welche den richtigen Abstand des Gewichtes sichert, mittelst Bolzen am Krahn befestigt, die vorhandenen Strebeketten durch Schrauben verkürzt etc.

Die Bewegungsmechanismen schliessen sich sämmtlich an die hochgelagerte Schwungradwelle der beiden vorhandenen gekuppelten Dampfmaschinen mit vertical gestellten Cylindern an. Es sind vorhanden: ein Frictionskegel für das Heben, einer für die Rechtsdrehung und einer für die Linksdrehung. An der noch höher (über der Schwungradwelle) liegenden Kettentrommel sitzt ein Bremsrad. Die als Differenzialbremse [2]) construirte Bremse wird durch ein

1) Dalmann a. a. O. S. 16 und Blatt V, und S. 17 mit beigefügtem Holzschnitte des Ritter'schen Krahns. Werkzeichnungen von letzterem Krahne enthält die „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte". Jahrgang 1868, S. 9, Tafel 12^a und 12^b.

2) Unter „Differenzialbremsen" versteht man diejenige Gattung von Bandbremsen, bei welchen beide Enden der Bandbremse (S. 99, Note) nicht um gleichviel angezogen werden, sondern sich das eine Ende lockert, während das andere angezogen wird. Auf diese Weise tritt eine Differenzwirkung ein, welche so regulirt werden kann, dass die geringste Kraft und sogar die durch das blosse Gewicht des Hebels bewirkte Reibung des Bandes eine bedeutende Last am Herabsinken zu hindern vermag. Specielles hierüber findet sich in Bornemann's

Gewicht fest angezogen gehalten. Soll eine Last gehoben oder gesenkt werden, so hat man durch Heben des Gewichtes das Bremsrad nach Bedürfniss zu lösen etc.

Bei den Ritter'schen[1]) hydraulischen (Hand-) Krahnen bildet die Krahnsäule eine senkrecht stehende hydraulische Presse, wobei der Hub des Presskolbens durch Einschaltung eines geeigneten Flaschenzuges (gewöhnlich um das Sechsfache) vergrössert wird. Bei der Arbeit wird Wasser, mittelst einer auf dem Wagengerüste des Krahns placirten Hand-Druckpumpe, aus einer Art Windkessel gesogen und in den Presscylinder getrieben. In eben diesen Windkessel strömt auch das Wasser bei sinkender Last (beim Herablassen derselben), wobei ein dem Ausleger gegenüber angebrachtes, um einen Schwingarm (Hebel) bewegliches Gegengewicht gehoben und das unter dem Presskolben befindliche Wasser wieder in den Windkessel zurückgetrieben wird. Durch letzteren Act wird die Luft im Windkessel comprimirt und durch die Elasticität dieser Luft, in Verbindung mit dem Niedergange des Gegengewichts, das selbstthätige Hinaufgehen der Kette (nach abgenommener Last) bewirkt, ein Umstand, der besonders beim Absetzen von Lasten sehr wichtig ist. Um die Last von der Kette lösen zu können, wird durch einen einfachen Umsteuerungsmechanismus die Wirkungsweise der Pumpe umgekehrt, so dass sie aus dem Presscylinder saugt und in den Windkessel drückt. Die Kette wird dadurch schlaff.

Die Vortheile dieser Ritter'schen hydraulischen Krahne sind vornehmlich: sanfte und sichere Bewegungen, das Fehlen aller Zahnräder, Kettentrommeln und Bremsen und geringe Zahl von Arbeitern (zur Bedienung), welche hier nicht auf dem Krahne, sondern neben demselben auf dem Erdboden stehen.

Indem wir glauben, mit vorstehenden Erörterungen den freien Laufkrahnen (für unsere Zwecke) hinreichende Aufmerksamkeit gewidmet zu haben, notiren wir unten[2]) einige der neuesten Mittheilungen über Dampfkrahne, wenden uns aber dann zu derjenigen Gattung von Laufkrahnen, welche ausschliesslich für Innen-

Civil-Ingenieur (Dampfbremse von Napier), Jahrg. 1863, S. 233, in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. VIII (1864), S. 65 und in Ernst's Werke „Die Hebzeuge", S. 168.

1) In einem vom Verfasser für Wirth's „Deutschen Gewerbskalender", Jahrgang 1870, gelieferten und mit „Zustände und Fortschritte des Maschinenwesens" überschriebenen Artikel, ist S. 86 der Name Ritter mit Richter verwechselt worden.

2) Elsaesser, „Ueber Dampfkrahne und deren Verwendung". Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XVI (1872), S. 749.

Die Dampfkrahne der Wiener Weltausstellung von 1873 in Uhland, „Der praktische Maschinenconstructeur". 1873, S. 357.

Appleby's Illustrated Handbook of Machinery. Section II: „Hoisting Machinery". Third Edition (1884). Pag. 3 bis mit pag. 30. Eine wahre Musterkarte meist empfehlenswerther Constructionen.

räume von Gebäuden, Locomotiv- und Montir-Werkstätten, sowie Giessereien bestimmt sind, dabei namentlich solche beachtend, welche mittelst Seiltransmissionen durch eine feststehende Dampfmaschine in Thätigkeit gesetzt werden. Namentlich sollen aber von derartigen Krahnen diejenigen des englischen Ingenieurs Ramsbottom[1]) in das Bereich unserer Betrachtungen gezogen werden, bei denen die Geschwindigkeit des Betriebsseiles eine sehr grosse, bis 60 englische Meilen pro Stunde oder 88 englische Fuss (26,8 Meter) pro Secunde ist. Durch letztere Anordnung erreicht man den Vortheil, eine bestimmte Arbeit mit verhältnissmässig geringer Seilspannung überwinden und ein schwaches (dünnes) Seil in Anwendung bringen zu können, was wenig kostet und geringe Biegungswiderstände zeigt.

Die Fig. 184 und 185 sind Skizzen (in $^1/_{50}$ wahrer Grösse) eines Ramsbottom'schen Laufkrahnes, wovon sich mehrere in den Werkstätten der North-Western Eisenbahn zu Crewe in Thätigkeit befinden.

Jeder solcher Krahn läuft auf einer am Boden der Werkstatt angebrachten Eisenbahn, während seine hoch hinaufgeführte Säule *AH* am oberen Ende mittelst einer Leitrolle *C* zwischen Schienen *BB* aus |—| Eisen geführt wird.

Das von der Dampfmaschine mit grosser Geschwindigkeit bewegte Treibseil[2]) ist derartig über 3 Spurscheiben *D*, *E* und *E* gelegt, dass es die mittlere Scheibe *D* fast genau zur Hälfte umgiebt. Die Seilscheibe *D* ist aber oben auf der Verticalwelle *I* festgekeilt, welche durch die ganze hohle Krahnsäule *AH* hindurchgeht und von welcher Welle *I* aus alle Bewegungen durch Reibungsräder an die Stellen übertragen werden, wo sich die Mechanismen zum Heben von Lasten oder zum Transport des ganzen Krahns vorfinden.

Für erstere Zwecke befindet sich auf der Welle *I* ein doppelter Reibungskegel *M*, dessen Nabe mit einer Nute versehen ist und welcher sich über eine

1) John Ramsbottom, of Crewe: „On the improved Traversing Cranes". Institution of Mechanical Engineers. Proceedings. 1864, pag. 44.

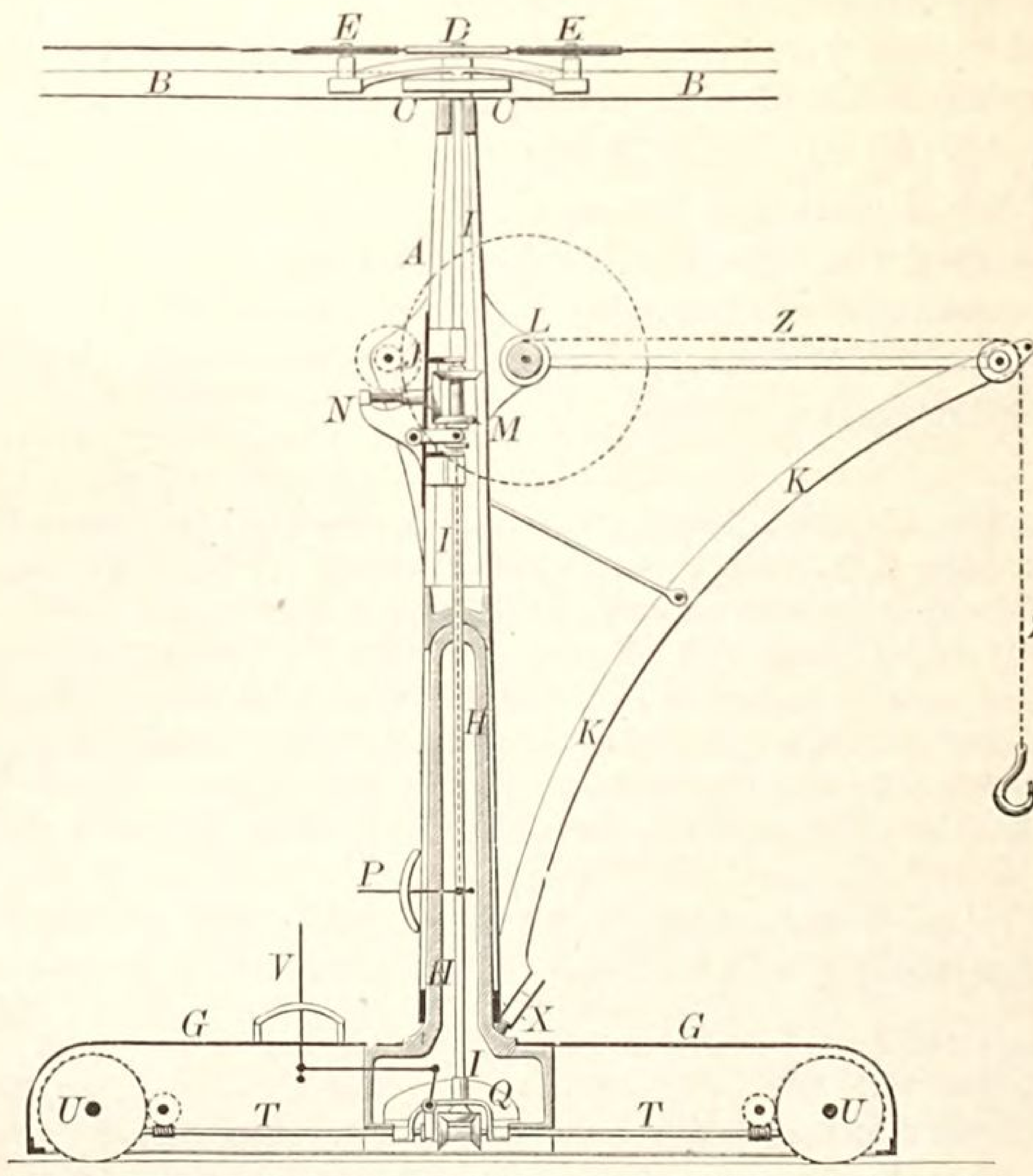
Lentz, „Ueber Laufkrahne mit Seilbetrieb". Zeitschrift des Vereins deutcher Ingenieure. Bd. XII (1868), S. 289.

Hartig, „Ueber einen Säulenlaufkrahn mit Seilbetrieb" in dessen schätzbarem Werke: „Versuche über Leistungen und Arbeitsverbrauch der Werkzeugsmaschinen". Leipzig 1873, S. 226.

2) Bei einem Ramsbottom'schen Säulenkrahne der Rich. Hartmann-schen Maschinenfabrik wird (nach Prof. Hartig a. a. O. S. 226) die Verticalwelle *I* (unter Einschaltung von drei Riemenvorgelegen, wobei die Antriebscheibe von der Dampfmaschine zu 200 Umläufen pro Minute gezwungen wird) pro Minute 1000 mal umgedreht. Es ist nämlich $200 \cdot \frac{900}{450} \cdot \frac{625}{250} \cdot \frac{450}{450} = 1000$, indem die Zahlen der Brüche die Scheibendurchmesser in Millimeter ausdrücken.

Feder wegschieben lässt, die auf derselben Welle *I* sitzt. Je nachdem nun der Doppelkegel (vermittelst eines Handhebels *P*) nach oben oder unten geschoben und der höher oder tiefer gestellte Kegel gegen die eine oder andere

Fig. 184.

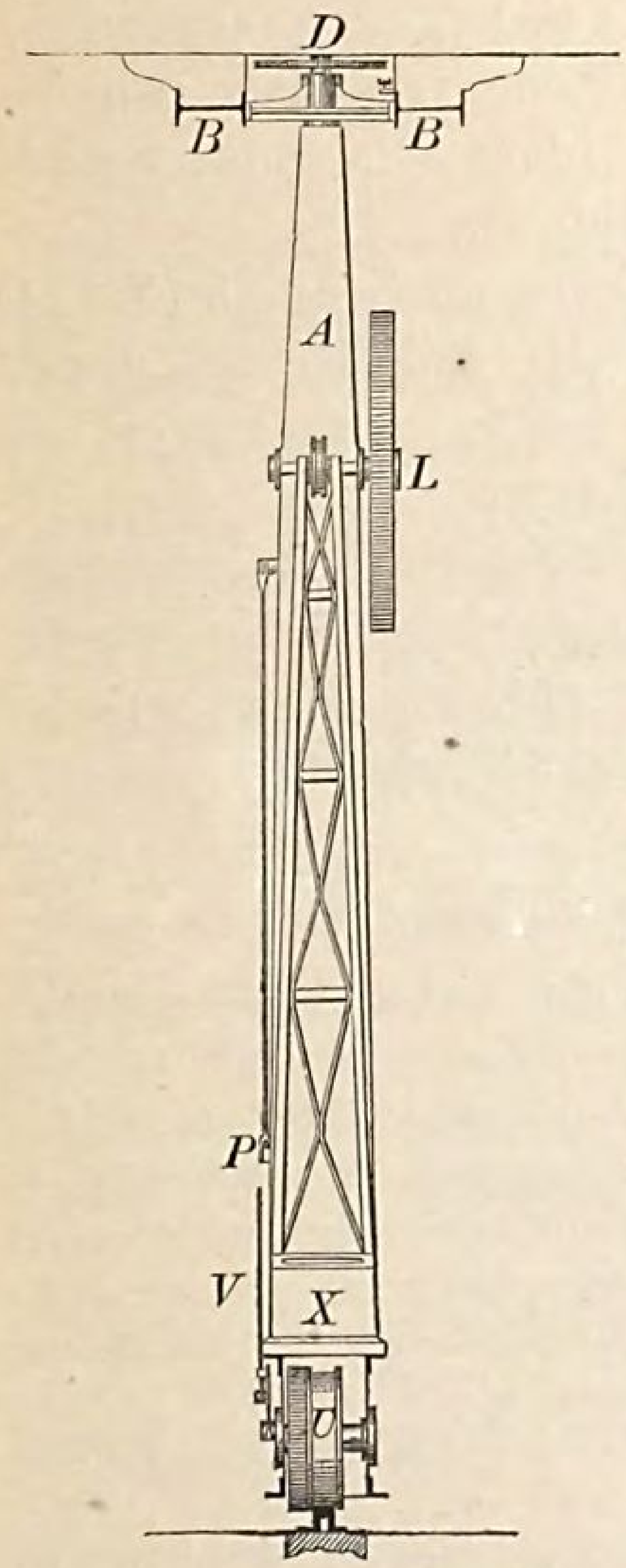


Seite eines dritten Reibungskegels gepresst wird, wird eine an der Welle des letzteren sitzende endlose (eingängige) Schraube *N* nach links oder rechts gedreht und dadurch ein Schraubenrad *J* in Umdrehung versetzt, welches mit einem Stirnradgetriebe auf derselben Welle sitzt und durch dessen Eingriff das grosse Rad *L* bewegt wird, auf dessen Welle sich die Lastkette *Z* auf- oder abwickelt[1]). Der schräge Druck des Auslegers *K* nach unten wird von einer Frictionsrolle *X* aufgenommen, welche von einem gusseisernen Rahmen gehalten wird.

1) Das von der endlosen Schraube *N* bewegte Rad *J* hat 60 Zähne, während das mit letzterem Rade auf derselben Welle festgekeilte Getriebe 12 Zähne besitzt und das grosse Stirnrad *L* deren 115 hat. Da nun der Durchmesser der Trommel, auf welcher sich die Lastkette auf- und abwickelt, 325 Millimeter be-

Die fortschreitende Bewegung des Krahns wird durch folgende Anordnungen bewirkt. Aehnlich der vorbeschriebenen Mechanismen zum Heben und Senken der Last vermittelt auch hier ein auf die Verticalwelle I gekeilter Frictionskegel Q die Links- oder Rechtsdrehung einer Horizontalwelle T, je nachdem das eine oder andere des auf letztere Welle geschobenen Kegelpaares (Doppelkegels) gehörig gegen Q gesperrt wird, was mit Hülfe eines Hebelwerkes V leicht geschehen kann.

Fig. 185.



Unter Einschaltung von endloser Schraube, Rad und Zahnradvorgelege wird schliesslich die Bewegung auf die beiden Laufräder U des Krahns übertragen [1]).

Im kastenförmigen Fusse des Krahns sind keine Balancirmassen angebracht, da derselbe Eigengewicht genug besitzt, um bei der grössten zu hebenden Last (= 80 Cntr.) fest zu stehen.

Der Ausleger K des Ramsbottom'schen Laufkrahnes hat (in der Horizontalprojection gemessen) $8^1/_2$ Fuss Radius und kann dabei eine Länge von 120 Fuss durchlaufen, d. h. seinen Standpunkt auf diese Distanz verändern.

Als Betriebsseile für die Spurscheiben DED haben sich (nach Ramsbottom) ganz vorzüglich solche aus weisser Baumwolle bewährt, welche mit etwas Talg und Wachs abgerieben wurden. Derartige Seile besitzen verhältnissmässig grosse Dauer, sind leicht, geschmeidig, auf der Oberfläche glatt und leiden nicht vom Staub.

trägt, so ergiebt sich die Geschwindigkeit, womit die Hebung oder Senkung einer Last ausgeführt wird, zu

$$1000 \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{12}{115} \cdot \frac{325 \cdot \pi}{60},$$

also da $\pi = 3{,}14$ zu 29,6 Millimeter pro Secunde.

1) In dem von Prof. Hartig (a. a. O. S. 226) mitgetheilten Beispiele haben die Räder, welche von den eingängigen Schrauben der Wellen T in Umdrehung gesetzt werden, je 33 Zähne und die zwischen den Laufrollen (von je 500 Millim. Durchmesser) und den endlosen Schrauben eingeschalteten Zahnradvorgelege haben $\frac{16}{58}$ als Grössenverhältniss. Demnach erhält man als die Fahrgeschwindigkeit des Krahnes pro Secunde:

§. 10.

C. Wipp-Krahne[1]).

Mit vorstehendem Namen pflegt man gewöhnlich diejenige Krahngattung zu bezeichnen, wobei der Ausleger so angeordnet ist, dass seine Neigung in vertikaler Ebene verändert (wippen, kippen) werden kann und zwar dadurch, dass sein unteres Ende um eine Horizontalachse drehbar gemacht ist.

Zu derartigen Krahnen kann man schon die Seite 23 (Note 1) besprochenen und durch Skizzen Fig. 15 und 16 erläuterten Krahne der alten Griechen rechnen, welche diese seiner Zeit zum Ersteigen von Festungsmauern benutzten.

In unserem Jahrhundert finden wir diese Krahnanordnungen vom französischen Marine-Ingenieur Mimerel beim Niederlegen des Luxor-Obelisken in Anwendung gebracht, wie sofort aus der Betrachtung der Abbildung Fig. 23, Seite 34, erhellt[2]).

$$1000 \cdot \frac{1}{33} \cdot \frac{16}{15} \cdot \frac{500 \cdot \pi}{60} = 219 \text{ Millimeter.}$$

Von diesem Werthe, sowie von den vorher für die Heb- und Senkgeschwindigkeit berechneten, ergab die Hartig'sche Beobachtung im Durchschnitt nur 58 Proc. Hartig schreibt diese grossen Geschwindigkeitsverluste dem Gleiten zu, welches zwischen den zur Uebertragung der Bewegung vorhandenen Frictionskegeln unvermeidlich war, ungeachtet ein mit Erlenholz bekleideter Kegel während der Versuche in Brand gerieth. Die erforderliche Betriebsarbeit ergab sich, wenn die Auslegerkette Z mit 17 Ctr. belastet war, zu 4,38 Pferdekräften für die Hebung und zu 4,62 Pferdekräften für die horizontale Versetzung.

1) Literatur: Glynn: „On the Construction of Cranes". Fourth Edition. London 1867, pag. 91 (Masting Shears).

Armengaud, Publication Industrielle, Vol. VI, Pl. 3 und Vol. XVIII (1869), Pl. 14—17, pag. 159.

Taylor, „Sheers at Pembrok Dockyard". Engineering vom 24. Juli 1869, pag. 49 und 56.

Clark im Engineering vom 17. Mai 1872, pag. 329. (Shear Legs).

Knigt's „American Mechanical Dictionary". Vol. I. New-York 1876, Vol. I. pag. 687 unter der Rubrik „Derrick".

Ernst, „Hebzeuge". (Berlin 1883). Hier werden von S. 360 ab nicht nur (meist ältere) Wippkrahne beschrieben, sondern auch Berechnungen derselben geliefert.

Appleby's „Handbook of Machinery". Section II (London 1884), unter den Ueberschriften: Derrick's floating pag. 17—19, Derrick's hand pag. 52—54 und Derrick's steam pag. 13—17.

2) Auf Tafel 17, Vol. 18 des vorher bezeichneten Armengaud'schen Werkes ist in Fig. 7 eine Abbildung des Wipp-Krahnes befindlich, welcher in Paris beim Aufrichten des Luxor-Obelisken benutzt wurde.

Auch die englischen Senkmaschinen (Droop's), die man beim Verladen der Steinkohlen in Schiffe, Eisenbahnfahrzeuge etc. benutzt (S. 118 und 119, Fig. 111 und 112) sind hierher gehörig.

In einfachster Construction hat man diese Krahne jedenfalls als Heb- und Senk-Maschinen zum Aus- und Einladen der Schiffe unter dem Namen Mast-Krahne (Masting-Cranes) benutzt, unter welcher Gestalt sie jetzt vielfach Anwendung finden und namentlich in Amerika für Bauzwecke zum Heben, Senken und Versetzen von Baumaterialien gewöhnlich dann verwandt werden, wenn man umständliche und kostspielige Gerüste vermeiden will.

Professor Dietrich in Berlin, in seinem bereits S. 105 benutzten, schätzbaren Berichte über eine Reise in Nordamerika, beschreibt daselbst (S. 16) eine Wippkrahngattung, welche dieser Herr bei gelegentlicher Besichtigung von Baustellen in vielen amerikanischen Städten im Gebrauche fand und die er (ganz richtig) als leichte und einfache praktische Krahn-Rüstungen im Gegensatze zu unseren schweren, unbehülflichen und theueren Mauer- und Zimmer-Rüstungen recht angelegentlich empfiehlt.

Der Verfasser hat die Sache für wichtig genug gehalten, die leider (für Studierende) zu klein dargestellte Skizze H. Dietrich's, in grösserem Maassstabe besonders zeichnen und hiernach die Holzschnitte Fig. 186 und 187 anfertigen zu lassen.

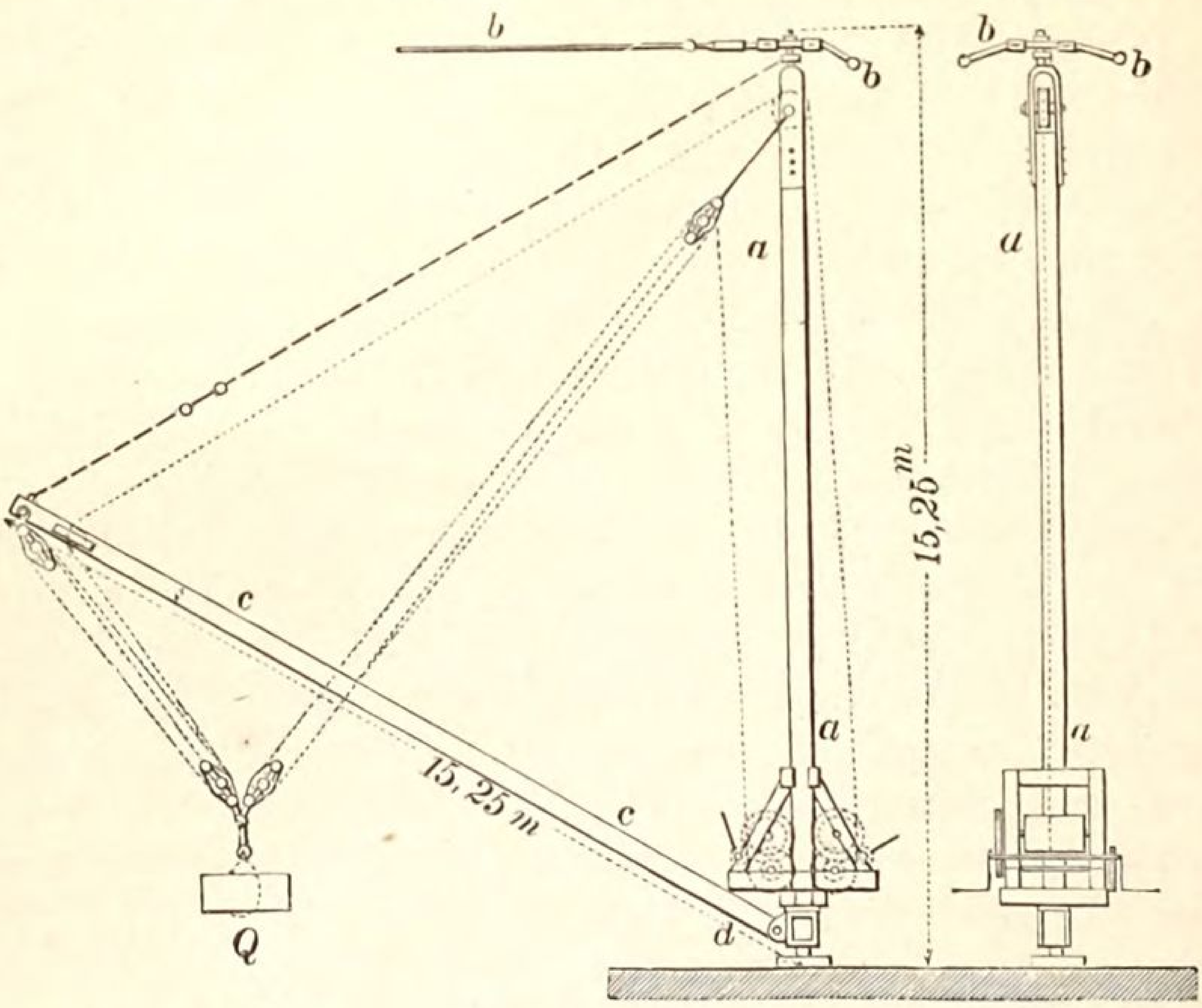
Die Krahnsäule *aa* (der Mastbaum) wird am oberen Ende (dem Kopfe) durch entsprechend nach festen Punkten geführte Drahtseile *bb* stabil gehalten, während der Ausleger *cc* an seinem untersten Ende bei *d* charnirartig drehbar gemacht ist. Dass von den beiden in Fig. 186 sichtbaren Windewerken das rechts angedeutete zur Lagenveränderung des Auslegers *cc*, dagegen das links befindliche zur Förderung der Last *Q* dient, bedarf wohl kaum der Erwähnung[1]).

Eine colossale Wipp-Krahn-Anordnung, wie sie (unlängst) für die Steinbrüche der Mount Sorrel Granite Company in Leicestershire ausgeführt wurde, beschreibt Appleby S. 14 ff. seines vorher notirten Buches, „Hoisting Machinery", Section II, unter Beigabe eines grossen schönen Holzschnittes (Fig. 109). Dies Maschinenwerk ist bestimmt, Granitblöcke bis zu 10 Tons (200 Centner) Gewicht aus einer Tiefe von 100 Fuss englisch zu fördern. Der Ausleger hat hierbei nicht weniger als 50 Fuss Länge.

1) In einem dem Verfasser vorliegenden Preiscourant der Firma „Gebrüder Weismüller in Bockenheim", Frankfurt a. M., wird ganz dieselbe Anordnung unter dem Namen „Masten-Krahn" aufgeführt und zum Aufziehen und Versetzen von Baumaterialien ohne Gerüste empfohlen.

Eine besondere Gattung der Wippkrahne bilden die sogenannten Scheeren-Krahne.

Fig. 186. Fig. 187.



Der wenig charakteristische Name stammt aus dem Englischen[1]) (shear, Scheere), wo man derartige Maschinen zuerst zur Ausrüstung, zum Aufstellen der Mastbäume (Masting Shears), zum Montiren der Dampfschiffe etc. benutzte[2]).

1) Wenn das zum beweglichen Ausleger gehörige Gerüst zwei oder mehrere feste (unbewegliche) Beine hat, pflegt man diese Krahne in England auch Derrick's (im Deutschen Galgen- oder Schaffott-Krahne) zu nennen. (Appleby a. a. O. pag. 13—19 und pag. 52—54).

2) Literatur: Glynn, „On the Construction of Cranes". Fourth Edition. London 1867, pag. 91 (Masting Shears).

Armengaud, Publication industrielle. Vol. VI. Pl. 3, und ebendaselbst Vol. XVIII. Pl. 14—17. (Letzteres ein colossales Vierbein unter der Benennung: „Grand Appareil de Transbordement et de Matage").

Redtenbacher, „Der Maschinenbau". S. 466.

Prechtl, Technologische Encyklopädie. Supplemente Bd. 4, S. 232.

Taylor, „Sheers at Pembroke Dockyard". Engineering vom 23. Juli 1869, pag. 49 und 56.

Clark im Engineering vom 17. Mai 1872, pag. 329, unter der Ueberschrift: „Arrangement of Shear Legs". Hieraus (ohne Quellenangabe) in Uhland's „Praktischer Maschinen-Constructeur". Jahrgang 1872, S. 282.

Die beiden folgenden Figuren 188 und 189 lassen das Wesentlichste eines solchen beweglichen Dreibeins oder Scheeren-Krahnes für 60 Tons Förderlast erkennen, wie derselbe u. a. (aus England bezogen) auf dem Steinwärder bei Hamburg aufgestellt und im Gebrauche befindlich ist.

Der sogenannte Ausleger *aa* ist hier doppelt vorhanden und jedes dieser starken Beine ist um seinen Fusspunkt *b* drehbar angeordnet. Das dritte Bein

Fig. 188.

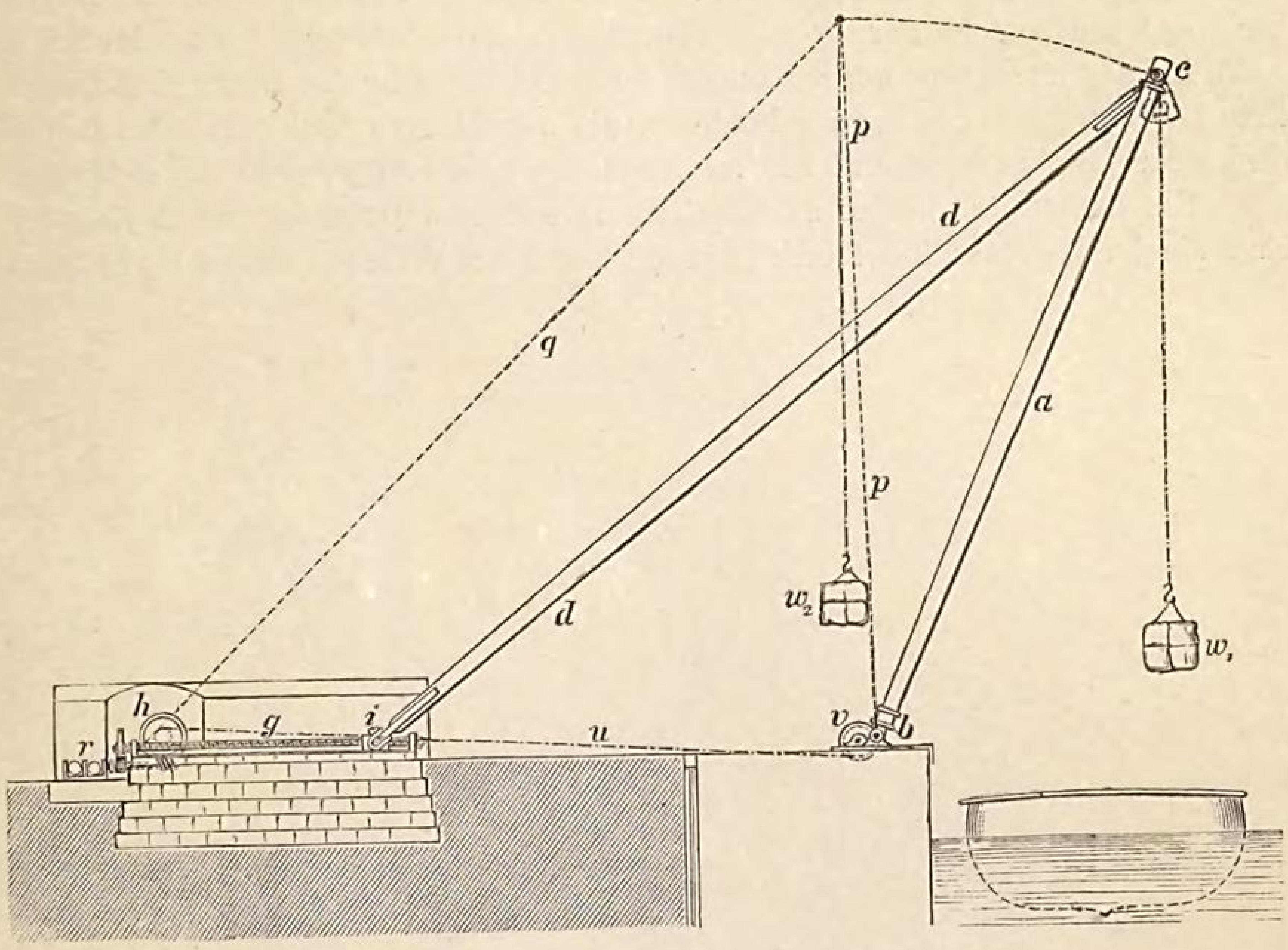
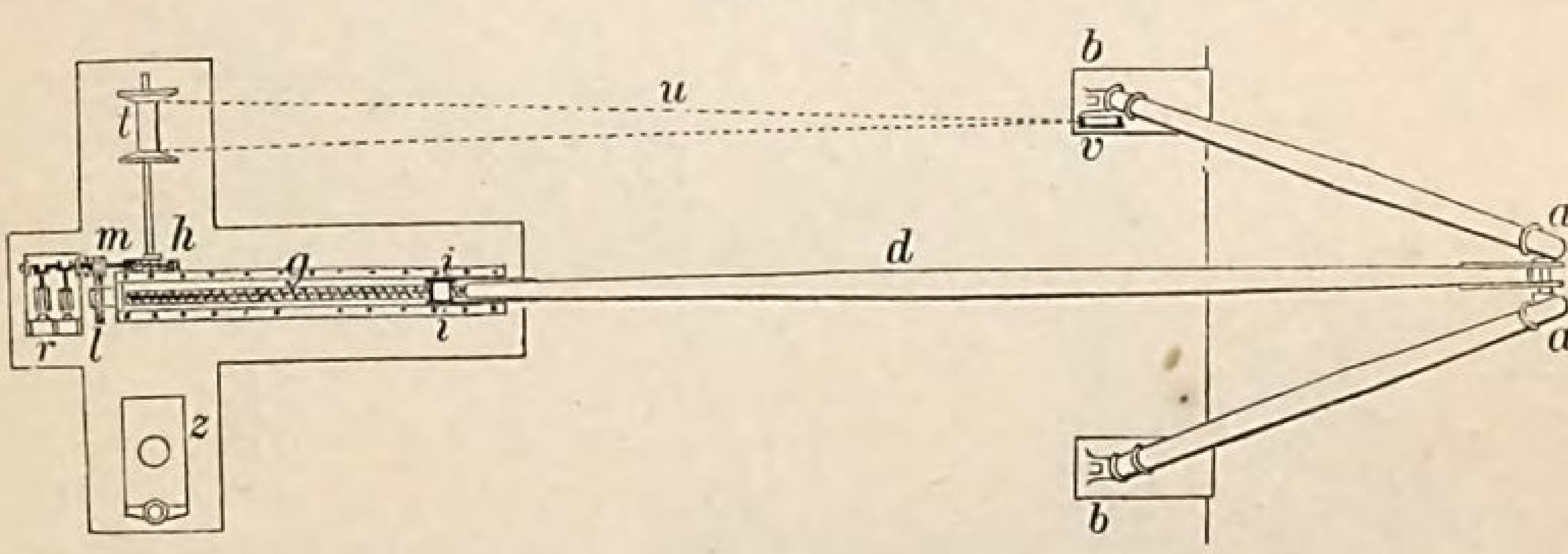


Fig. 189.



d ist oben bei *c* mit den Enden von *aa* charnirartig vereinigt, während das untere Ende, der Fuss des Beines *d* verschiebbar und zwar derartig angeordnet ist, dass das System aller drei Beine nebst einer zu fördernden Last *w* aus der Gestalt $bacdiw_1$ in die $bpqhw_2$ gebracht werden kann.

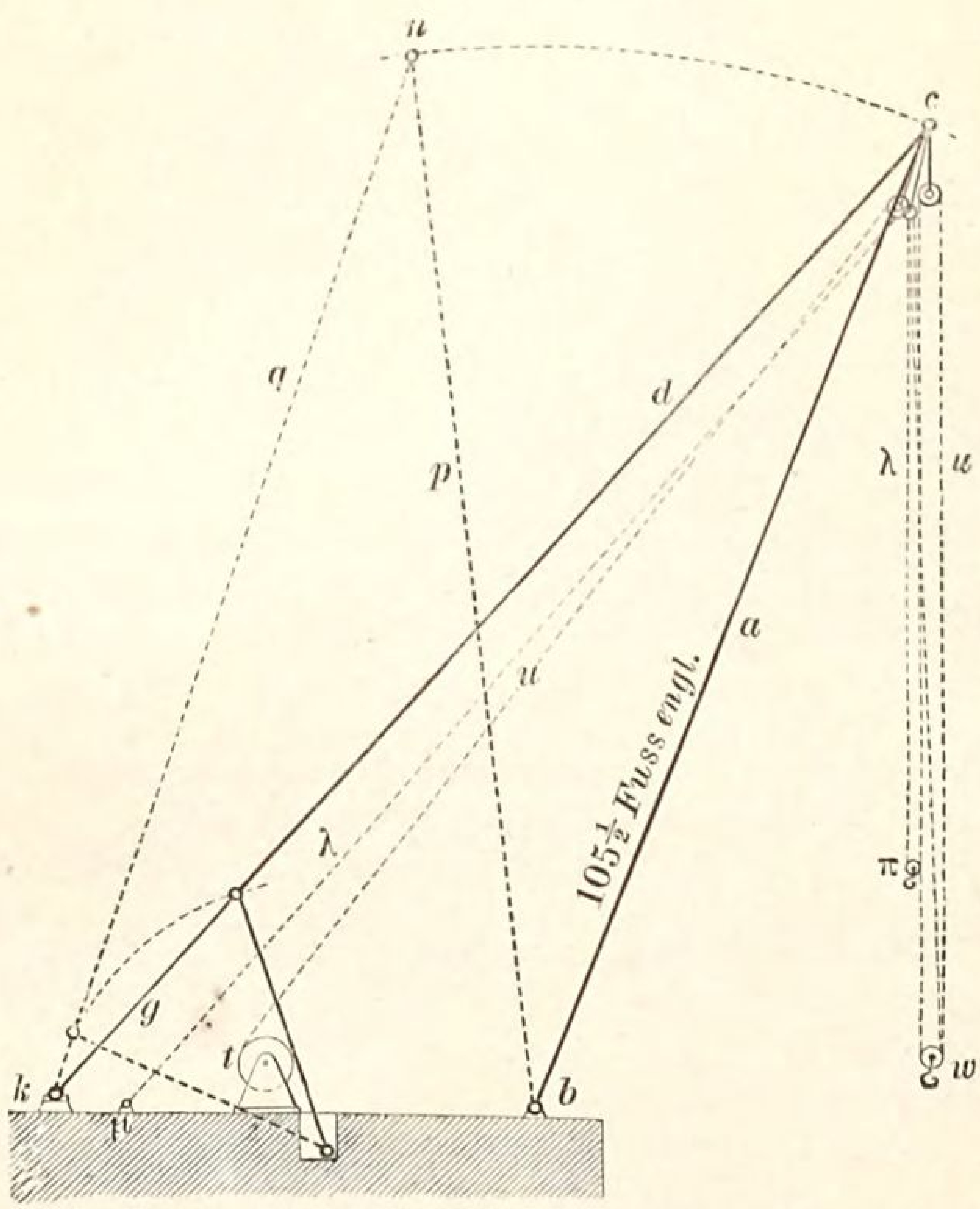
Eine bei *r* auf gehörigem Fundamente gelagerte Dampfmaschine liefert die zu sämmtlichen Bewegungen erforderlichen Kräfte.

Zum Heben und Senken einer Last wird die bewegende Arbeit der Dampfmaschine *r* auf ein Schraubenradvorgelege *h* (Fig. 189) und von letzterem aus weiter auf eine Kettentrommel *t* übertragen, deren Zugketten *u* unten bei *v* über feste Rollen geführt sind und von hier aus weiter über andere Rollen an der Traverse *c* im Scheitel des Ausladers laufen.

Der fortschreitende Transport der Last in horizontaler Richtung erfolgt durch eine kolossale Schraube *g*, deren Mutter *i* im Schuhe der Fussstütze von *d* befindlich ist. Zwischen dieser Schraube und der Dampfmaschinen-Krummzapfenwelle ist ebenfalls ein Stirnradvorgelege *lm* eingeschaltet. Durch geeignete Umdrehung der grossen Schraube *g* kann die zugehörige Mutter *i* nach links verschoben werden und das Hinterbein *d* in die durch eine punktirte Linie angedeutete Lage *q* kommen, die zugehörigen Auslegerbäume in die senkrechte Richtung *p* und die zu fördernde Last von w_1 nach w_2 gelangen.

Ein derartiges, höchst zweckmässig verändertes Dreibein hat in jüngster Zeit die jetzige Maschinenfabrik „Aktiengesellschaft Weser“ (früher Carstens

Fig. 190.



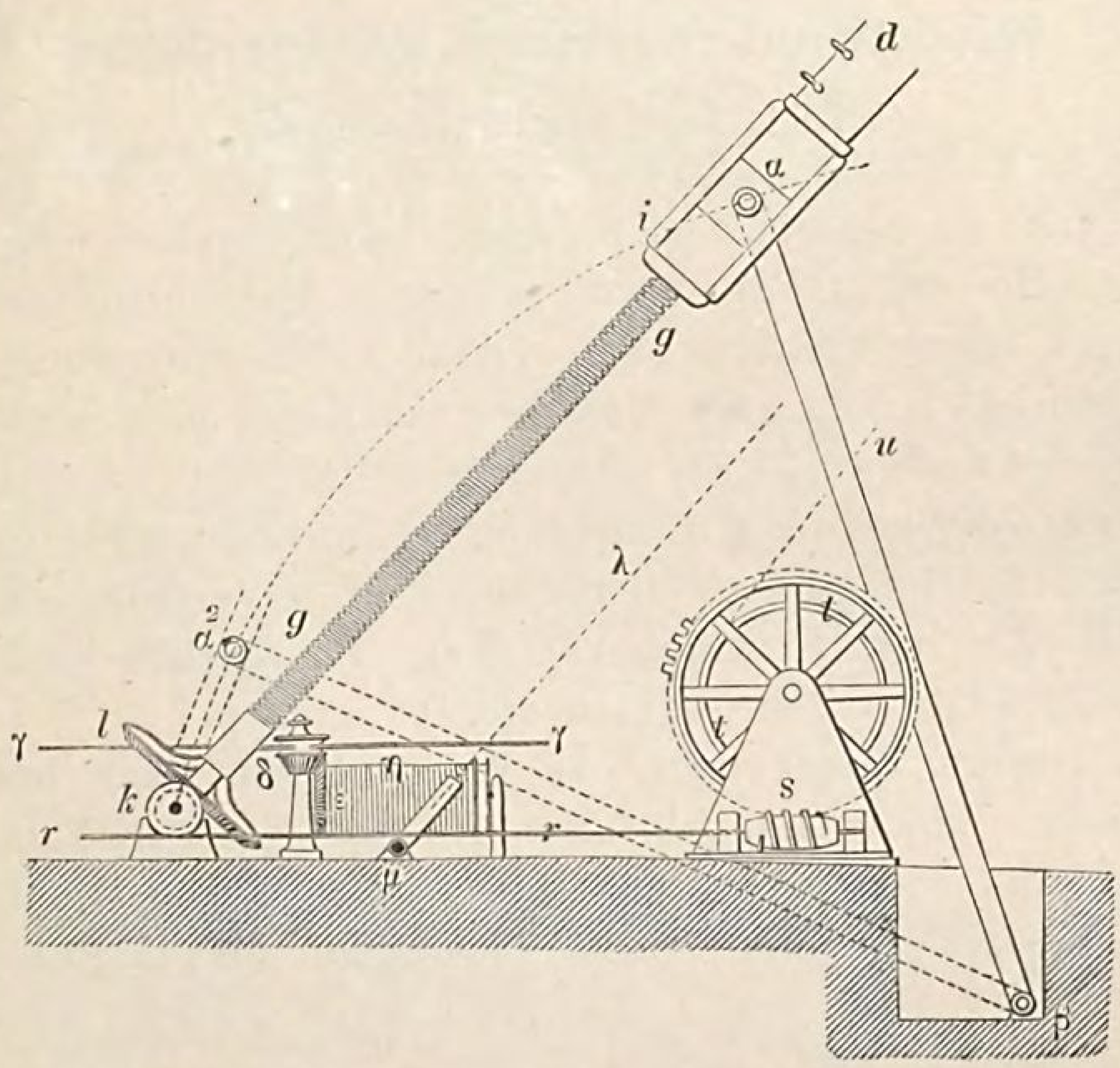
Waltjen) in Bremen für den deutschen Kriegshafen Heppens (Wilhelmshafen) ausgeführt, wovon Fig. 190 eine für unseren Zweck hinlängliche Dispositions-Skizze ist[1]).

1) Bei weitem weniger zweckmässig ist die von Clark im Engineering

Hierbei erkennt man sofort, dass zweierlei wesentliche Veränderungen (in Bezug auf die ursprüngliche englische Disposition der Fig. 188 und 189 vorgenommen wurden, erstens, dass das Hinterbein *d* nicht mehr mit seinem Fusspunkte *s* verschiebbar angeordnet, vielmehr um diesen Punkt nur drehbar gemacht ist, daher beim Horizontaltransporte der Last *w* nur das Beindreieck aus der Lage *bck* in die *bnk* übergeht, die Vorderbeine *bc* aber unverändert lang bleiben müssen, während sich die Länge des Hinterbeines verkürzt aus der Linie *kcd* in die kürzere *nqk* übergehen muss; zweitens, dass man die grosse Schraube *g* gleichsam zu einem Theile des Hinterbeines d gemacht hat, dessen Achse also mit der Achse der Schraube zusammenfällt, wodurch die Reibungswiderstände beim Horizontaltransporte wesentlich vermindert werden.

Unter Einschaltung mehrerer Zahnradvorgelege beziehungsweise auch von einer Umkuppelung zur Veränderuug der Drehrichtung der Welle *r* wird schliesslich zum Heben und Senken der Last von einer stationären Dampfmaschine die endlose Schraube *s* (Fig. 191) in Umdrehung gesetzt, deren Ge-

Fig. 191.



winde in die Zähne eines Rades greift, welches auf der Welle der Trommel *t* befestigt ist und die zum Auf- und Abwickeln der zum Heben und Senken der Last *w* vorhandenen Förderkette *u* dient. In ähnlicher Weise werden auch die Umdrehungen der Dampfmaschinen-Schwungradwelle auf das Kegel-

vom 17. Mai 1872, pag. 329 vorgeschlagene Anordnung eines solchen Scheeren-Krahnes.

radgetriebe *k* (Fig. 191) übertragen, durch dessen Eingreifen in das grosse Kegelrad *l* die Drehung der grossen Schraube *g* und damit die Verschiebung der Mutter *i* bewirkt wird, wodurch die Verkürzung oder Verlängerung des Hinterbeines *d* für den Horizontaltransport der Last *w* erfolgt.

Die extremen Lagen $\alpha\beta$ und $\alpha^2\beta$ eines Lenkers zur geeigneten Führung der grossen Mutter *i* sind in Fig. 191 hinlänglich angedeutet.

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass sämmtliche erforderliche Bewegungen (für geringere Lasten) auch ohne Dampfmaschine mit Hülfe von Arbeitern ausgeführt werden können. Hierzu sind Erdwinden (Gangspillen) vorhanden, wovon die zum Heben und Senken einer Last π in Fig. 190 mit den Buchstaben $\gamma\,\delta\,\varepsilon\,\eta$ bezeichnet ist, während μ die Stelle angiebt, woselbst sich eine Umsatzrolle für das Förderseil λ befindet.

§. 11.

Winden auf fahrbaren Hochgerüsten.

(Erhöhte Lauf- oder Schiebebühnen).

Die hier zu besprechenden, zum Heben, Senken und gleichzeitig zum Horizontal-Transport bestimmten Maschinen pflegt man gewöhnlich ohne Weiteres den „Krahnen" zuzurechnen, was jedenfalls n i c h t richtig ist, insofern ihnen das charakteristische Merkmal des Krahnes, der Ausleger, gänzlich fehlt. Je nach den besonderen Zwecken der Anwendung nennt man sie wohl auch Rollkrahne für Giessereien, Montirwerkstätten, Verladestellen (insbesondere für den Eisenbahnverkehr), Fahrgerüst-Krahne für Brücken-, Palast-, Kirchenbauten etc. [1]).

Für unsere Zwecke wird es genügen, ein Paar besondere Fälle solcher Winden auf fahrbaren Hochgerüsten speciell zu besprechen, und zwar einige für innere Räume von Montirwerkstätten, Giessereien etc., sowie einen Fall für K i r c h e n b a u

1) Einen (eigentlichen) K r a h n auf fahrbarem Hochgerüste, d. h. eine mit A u s l e g e r versehene Maschine zur Ortsveränderung fester Körper, wurde in jüngster Zeit von der Firma F l o r i a n & C. in Palermo für italienische Theaterbauzwecke ausgeführt und durch ein Modell in grösseren Kreisen bekannt, welches zur Pariser Weltausstellung von 1878 gesandt worden war. Man sehe hierüber eine vom Ing. T h i e s in Palermo verfasste und mit Abbildung begleitete Beschreibung in Band 22 (1878), S. 318 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure,

bestimmt, hinsichtlich zahlreicher anderer Verwendungen aber (namentlich für Brückenbauten) auf die unten citirte Literatur zu verweisen [1]).

Die Disposition einer transportabeln Winde auf einem Fahrgerüste der Werkzeugsmaschinenfabrik von Zimmermann in Chemnitz lassen die

Fig. 192.

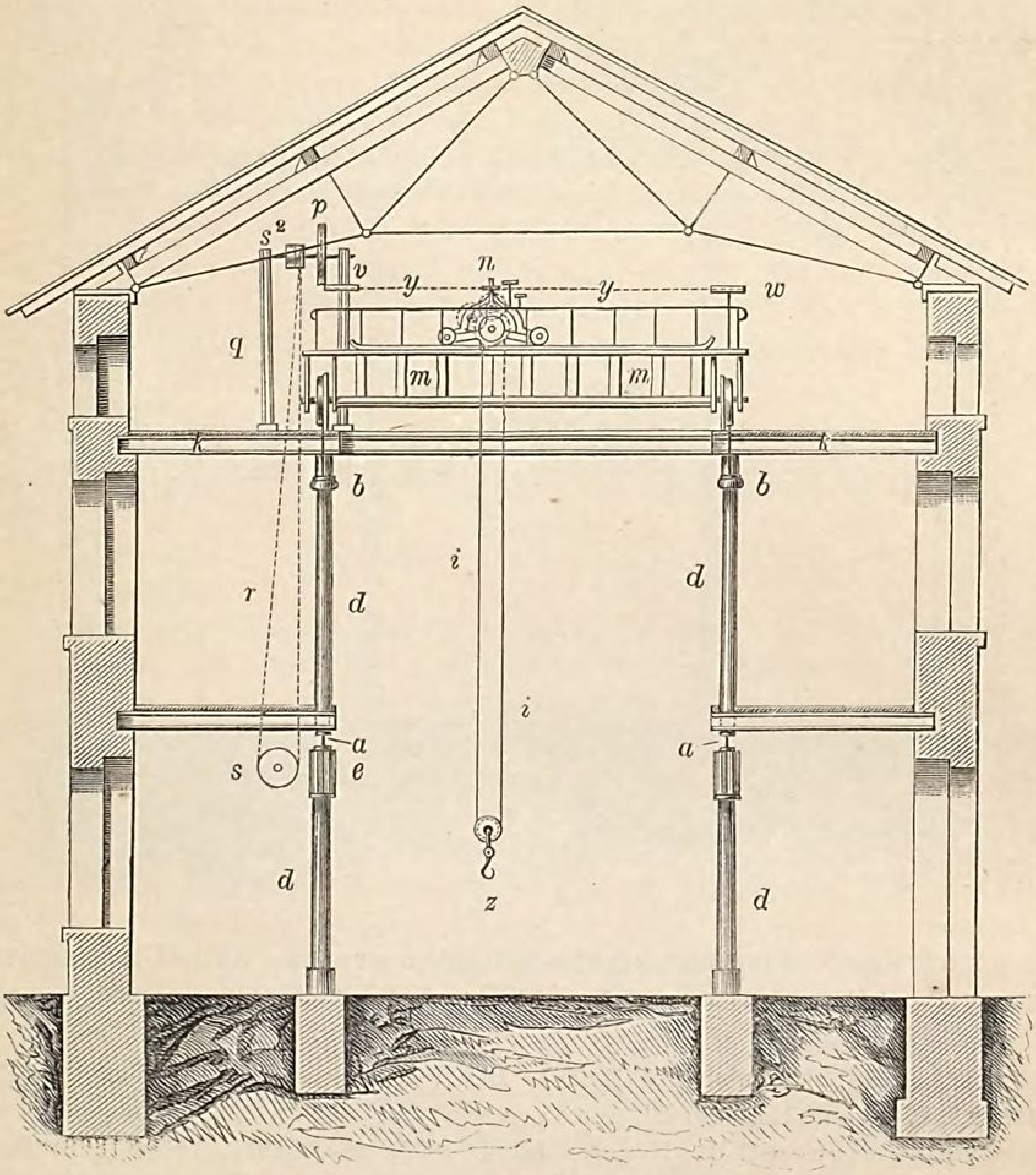
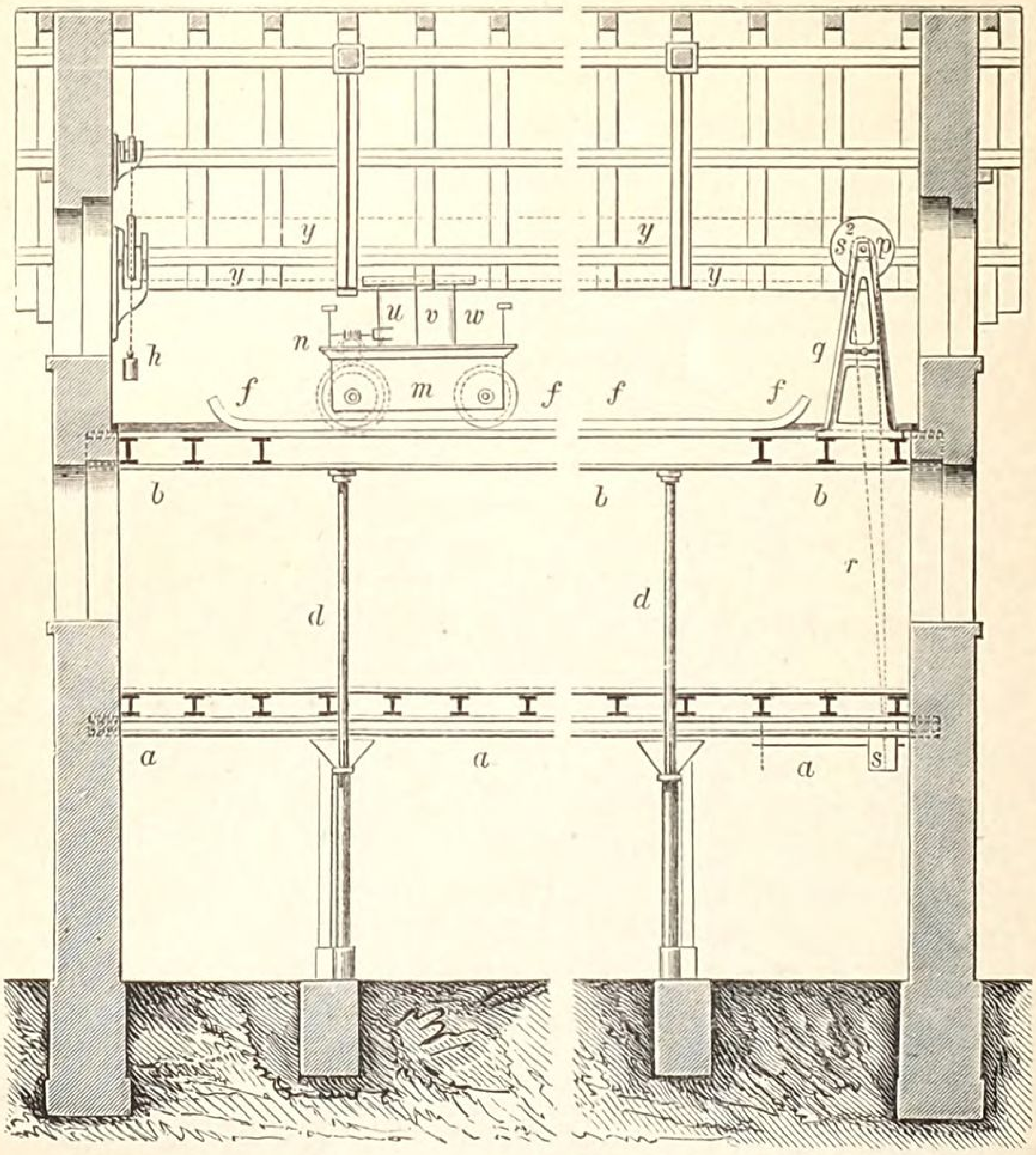


Fig. 192 und 193 erkennen. Mittelst dieser Anordnung kann man eine am Haken einer losen Rolle *z* aufgehangene Last nach drei verschiedenen Richtungen

1) Armengaud, Publication industrielle. Vol. 7, Pl. 6 (grue de transportement),

Fig. 193.



in fortschreitende Bewegung versetzen, nämlich **erstens** vertical heben oder senken, **zweitens** in der Breite *kk* (Fig. 192) des Gebäudes bewegen und

Wiebe, „Skizzenbuch". Heft 1, Bl. 2, ferner Heft 6, Bl. 4 u. 6, auch Heft 9, Bl. 4, und Heft 16, Bl. 1 u. 2.

Zeichnungen f. d. „Hütte". Jahrg. 1855, 1852, 1859, 1860, 1868, Taf. 23 (von Hoppe in Berlin) u. 1869 (Taf. 17a—f, Bochumer Gussstahlfabrik, 800 Cntr. Tragkraft).

Ramsbottom und Fernie in den Inst. of Mech. Engineers. Ersterer im Jahrg. 1864, letzterer im Jahrg. 1868.

Lentz, „Ueber Laufkrahne mit Seilbetrieb". Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XII (1868), S. 289.

Ledebur, „Krahne für Eisengiessereien" in Kerl's Berg- und Hütten-

drittens ebenso in der Längenrichtung *ff* des Gebäudes transportiren[1]. Die Hauptbalken *aa* und *bb* des Gebäudes sind aus Blech- und Winkeleisen hergestellt und durch eine hinreichende Anzahl gusseiserner Säulen *dd* unterstützt. Der Raum zwischen den Balken *aa* und *bb* ist (wie aus Fig. 192 erhellt) derartig frei, dass an den Bewegungen in den drei erwähnten Richtungen durch tragende und stützende Bauconstructionen keinerlei Hindernisse erwachsen können.

Die Balken *bb* sind mit Eisenbahnschienen *ff* belegt, um das fahrbare Windegerüst *m* möglichst leicht und bequem transportiren zu können. Die auf letzterem Gerüste placirte Bockwinde mit mehrfachen Frictionsscheiben-, Zahn- und Schraubenrad-Vorgelegen ausgestattet, ist in unseren Abbildungen mit dem Buchstaben *n* bezeichnet. In der Breitenrichtung *kk* (Fig. 192) des Gebäudes verschiebbar und in ihren allgemeinen Anordnungen denjenigen Constructionen ähnlich, wie solche bereits vorher, namentlich beim Ramsbottom'schen Laufkrahne mit Seilbetrieb (S. 208), besprochen wurden[2].

Die vorhandene stationäre Betriebsdampfmaschine überträgt ihre bewegende Arbeit auf eine Hauptriemenscheibe *s*, zu deren Lagerträger an einer der unteren Säulen *d* gehörig abgerichtete Flächen *c* angeordnet sind. Von hier aus pflanzt ein Riemen *r* die Bewegung vertical aufwärts auf eine (passive) Scheibe s^2 fort, deren Welle auf zwei Böcken *q* gelagert ist.

männischer Zeitung, Bd. XXX (1871), S. 206, und Polytechn. Centralbl., Jahrg. 1871, S. 1019.

Stuckenholz' „Neuere Krahne" sind auf den später folgenden Seiten 223 und 224 verzeichnet.

Becker's (in Berlin) jüngster grosser Krahn (Laufkrahn mit Wellenbetrieb [statt Seilbetrieb] für 20000 Kil. Last und bei 20 Meter Spannweite des zugehörigen Trägers). „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure". Bd. XXVII (1843), S. 585 (Septbr.-Heft). Mit schöner Abbildung begleitet.

Towne's „Treatise on Cranes". Stamford. Conn. 1883. Hier namentlich Hochgerüstwinden mit Unterbetrieb.

1) Ausführlich beschrieben und mit 2 Tafeln Abbildungen begleitet in Bornemann's Civil-Ingenieur, Bd. 17 (1871) unter der Ueberschrift: „Laufkrahn durch eine feststehende Dampfmaschine betrieben". Von W. Jeep, Civil-Ingen. in Holzminden a. d. Weser. Im Wesentlichen Ramsbottom'sche Anordnungen mit Seilbetrieb.

2) Ein derartiges Windesystem auf verschiebbarem (transportabelm) Hochgerüste nach Ternie's Vorgange mit Drahtseilbetrieb unter Benutzung der Fowler'schen Clip-drum (Bd. 2, S. 471 u. Bd. 4, S. 185), welche die Caird'sche Maschinenfabrik und Bauanstalt eiserner Schiffe etc. in Greenock (Schottland) benutzt, findet sich unter der Ueberschrift: „40 Tons Travelling Crane" im Engineering vom 20. März 1874, pag. 208 beschrieben und durch eine beigefügte grosse Tafel Abbildungen erläutert. Die hierbei angeordneten Geschwindigkeiten sind folgende: Treibseil $4\frac{1}{2}$ englische Meilen (7,24 Kilometer) pro Stunde. Grosse Hub- und Senkgeschwindigkeit: 4 Fuss (langsamer 2 Fuss) pro Minute. Querbewegungsgeschwindigkeit: 28 Fuss pro Minute. Längenbewegungsgeschwindigkeit: 30 Fuss pro Minute.

Ueber die grosse (einen Meter im Durchmesser haltende) Schnurscheibe *p*, welche mit s^2 auf derselben Welle sitzt, ist ferner das endlose Treibseil *yy* der ganzen Winde-Maschinerie gelegt, deren correspondirende, gleichgrosse (in Bezug auf *p* passive) Scheibe am anderen Ende der ganzen Gebäudelänge *ff* (Fig. 193) befindlich ist, woselbst man auch die mit *h* bezeichnete Spannvorrichtung des Treibseiles *yy* placirt hat.

Zur Führung des Treibseiles auf der Fahrbühne *mm* dienen die Scheiben *v* und *w*, während mit *u* eine dritte Scheibe bezeichnet ist, welche die Fortschaffung (die fortschreitende Bewegung) der Fahrbühne bewirkt. Vor *p* liegen ausserdem noch Scheiben (deren horizontale Ebenen verlängert normal zur Scheibe *p* liegen), welche die hier erforderliche Ableitung des Treibseiles unter einem rechten Winkel veranlassen. Die nothwendigen Bewegungen der Winde *n*, sowohl zum Heben und Senken einer Last *z* am Seile *i*, als zur Querverschiebung (rechtwinklig auf die Längenrichtung des Gebäudes) erfolgen ebenfalls vom Treibseile *y* aus durch Anordnungen und Mechanismen, die in unseren Skizzen nur angedeutet werden konnten und in Bezug auf welche in unserer Quelle [1]) Belehrung gesucht werden muss.

Wie sehr auch unter Umständen für grössere Etablissements diese Windesysteme belobt und empfohlen werden mögen, immerhin bleibt ihnen das Uebel anhaften, dass allein der Leerlauf der Betriebsseile ein verhältnissmässig grosses Arbeitsquantum consumirt [2]), sowie die Anschaffung und Unterhaltung des ganzen Werkes sehr kostspielig ist, noch gar nicht zu gedenken, dass namentlich für deutsche Verhältnisse eine solche (complicirte) Maschinerie auf transportabelm Hochgerüste nur selten vollständig auszunutzen sein wird [3]).

Letztere Gründe erklären auch die Thatsache, dass man mit derartigen transportabeln Windesystemen recht zufrieden ist, wenn ihr Betrieb durch Menschenhände erfolgt, wie dies u. a. auch in betreffenden grösseren Etablissements in und nahe der Stadt Hannover, u. a. in der Hannover'schen Eisengiesserei und in den Räumen der ehemaligen G. Egestorff'schen Maschinenbau-Anstalt (jetzt der hannoverschen Maschinenbau-Actien-Gesellschaft gehörig) der Fall ist.

Dem entsprechend wird es nicht überflüssig sein, hier noch Fahrgerüst und Winde des genannten Eisengiesserei-Krahnes zu beschreiben, wie solcher bereits 1861 von der Wilhelmshütte bei Sprottau geliefert wurde und noch gegenwärtig zur Zufriedenheit der Betheiligten im Gebrauche ist. Figur 195 die ganze Breite des Fahrgerüstes darstellend, ist dabei nach einem um $^3/_4$

1) Jeep in Bornemann's Civil-Ingenieur, Bd. 17, S. 243—246 etc. Auch Professor Hartig's Krahnartikel im Anfange zu seinem vortrefflichen Werke: „Versuche über Leistung und Arbeits-Verbrauch der Werkzeugsmaschinen“. S. 227, Tafel XVIIII. Endlich die von Ramsbottom und Fernie in den bereits citirten Abhandlungen der Institution of Mechanical Engineers (Proceedings, beziehungsweise 1864 und 1868), enthaltend Detail-Skizzen und Zeichnungen der etwas complicirten Mechanismen zur Hervorbringung, Abänderung etc. der verschiedenen hier erforderlichen Bewegungen. Ueber Grösse der erforderlichen Betriebsarbeiten giebt Prof. Hartig's citirte Arbeit hinlängliche Auskunft.

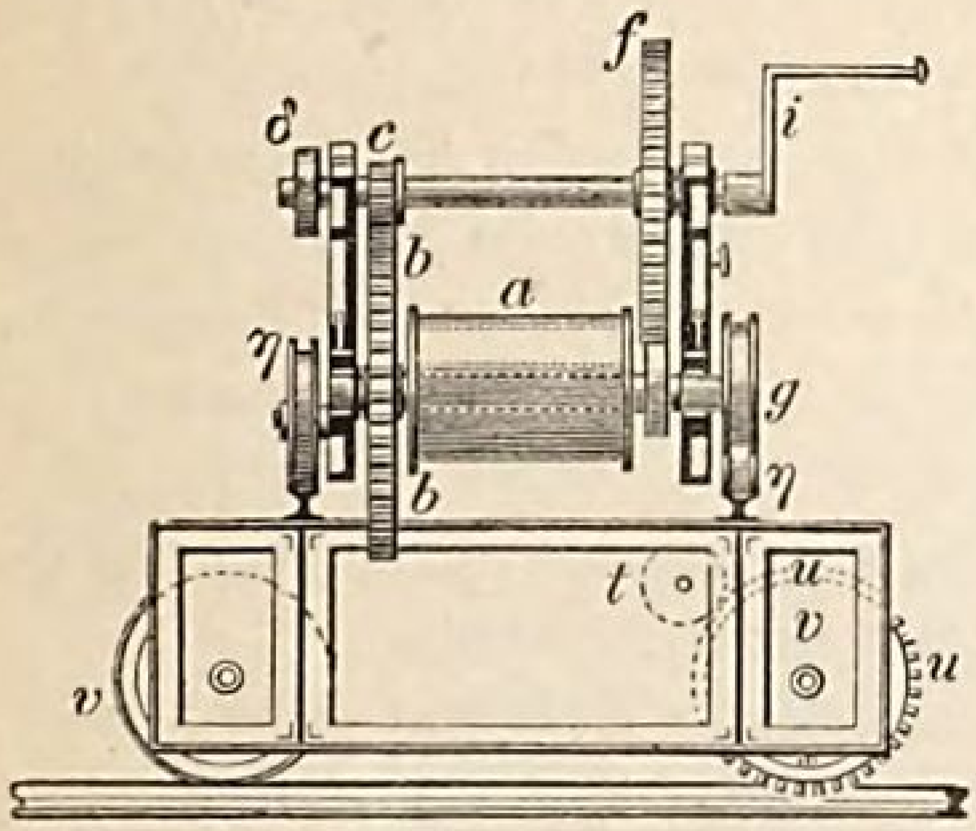
2) Hartig a. a. O. S. 227.

3) Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIII (1869), S. 223.

kleineren Maassstab als Fig. 194 gezeichnet, welche letztere Figur die Seitenansicht des Fahrgerüstes und des Windewerks erkennen lässt. Sämmtliche Theile des ganzen Baues sind so bemessen und construirt, dass mit Sicherheit Lasten bis zu 450 Centner Gewicht gefördert und transportirt werden können.

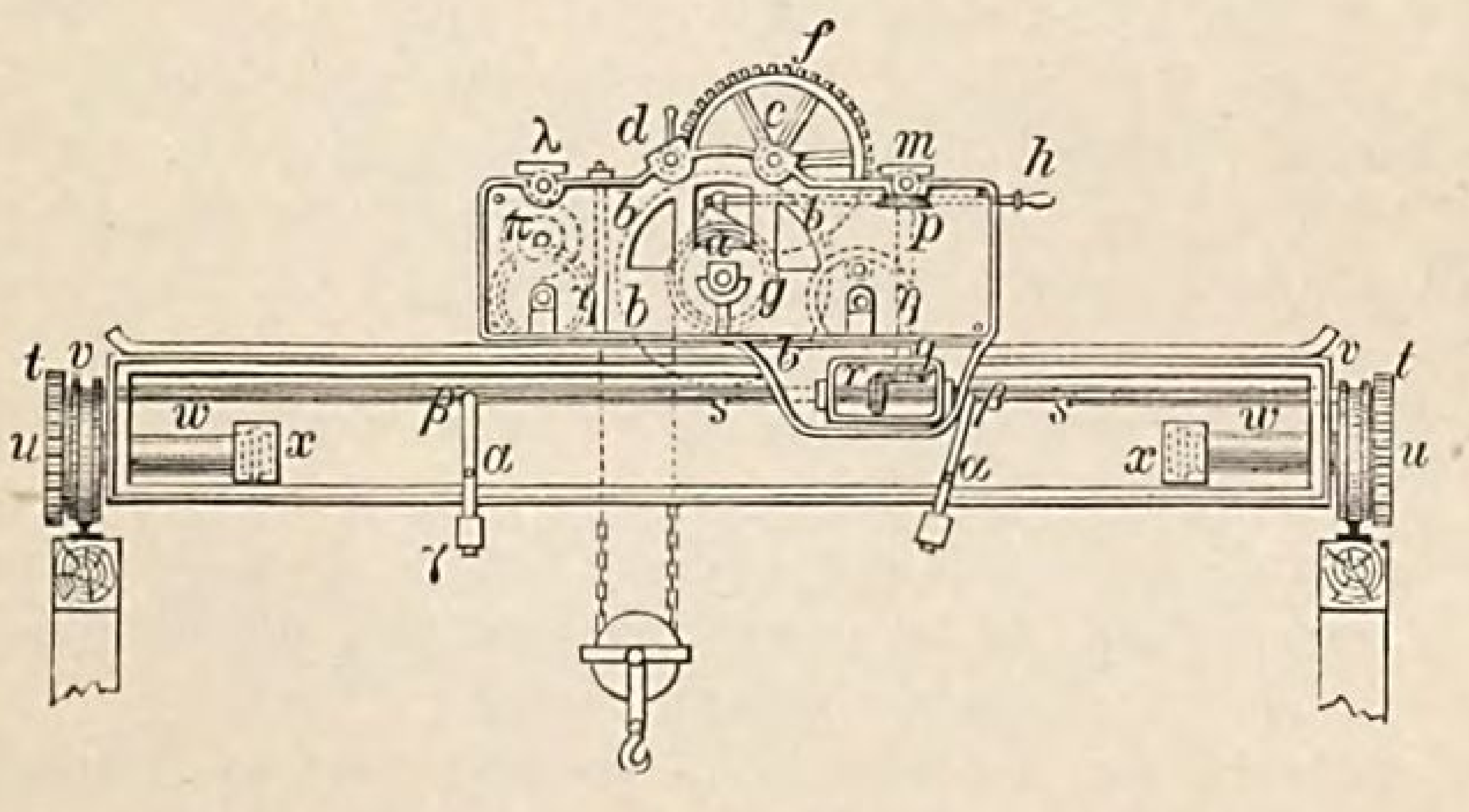
Die Spannweite des Fahrgerüstes beträgt 53 Fuss Hannov. (29 Fuss 9 Zoll rhein. oder $9^1/_3$ Meter), während das aus Eisenblech gebildete Gerüst selbst 29 Fuss 2 Zoll rhein. Länge, $7^1/_2$ Fuss rhein. Breite und 30 Zoll rhein. Höhe hat.

Fig. 194.



Das Windewerk besteht aus einer gusseisernen Trommel *a* (Fig. 194) von 18 Zoll Durchmesser und von 2 Fuss $1^7/_8$ Zoll Länge. Mit ihr auf derselben Welle steckt ein Stirnrad *b* von $3^1/_2$ Fuss (Theilriss-) Durchmesser, in welches ein Getriebe *c* von von 9 Zoll Durchmesser greift. Auf die Welle des letzteren hat man ein zweites grosses Stirnrad *f* von 3 Fuss Durchmesser befestigt und solches in Eingriff mit einem Getriebe *d* gebracht, dessen Durchmesser 7 Zoll beträgt. Die Welle des Getriebes *d* trägt an einem Ende (rechts von Fig. 194) die (16 Zoll hohe) Betriebskurbel *i*, am anderen linken Ende aber ein Sperrrad δ, um möglich rückgängige Bewegungen zu verhindern. Ein eben

Fig. 195.



solches Sperrrad befindet sich auf der Welle der Trommel *a* (Fig. 194 unmittelbar unter *f* angedeutet), sowie an dem äussersten Ende rechts derselben Welle überdies die zu einer Bandbremse gehörige Scheibe *g* aufgesteckt ist.

Zum Quertransporte des Windewerkes dient folgende Anordnung. Vier mit Doppelspurkränzen versehene Laufrollen η tragen das ganze Windegerüst und lassen eine leichte Verschiebung desselben auf einer Eisenbahn zu, welche auf dem grossen Eisenblechträger *ws* gelagert ist. Von den Rollen η wird nur das in Fig. 194 links befindliche Paar durch Kurbel und Rädervorgelege in Bewegung gesetzt und zwar deshalb, weil es dasjenige Paar ist, auf welchem der grösste Druck lastet.

Auf der Achse dieses Räderpaares, innerhalb des Windegerüstes, ist ein Stirnrad von 16 Zoll (Theilriss-) Durchmesser befestigt, welches in ein Getriebe

π (Fig. 195) von 8 Zoll Durchmesser greift, auf dessen Welle gleichzeitig ein Zahnrad von 16 Zoll Durchmesser sitzt, wovon die Umdrehung durch Eingreifen eines 4½zölligen Getriebes bewirkt wird, das mit der betreffenden Kurbel auf dieselbe Welle λ gekeilt ist.

Zum Transporte des ganzen Fahrgerüstes nach der Längenrichtung des Gebäudes hat man den grossen Blechträger mit vier Spurrädern *u* ausgestattet, deren kurze Wellen *w* innerhalb des Trägers bei *x* besonders sorgfältig gelagert sind. Die Eisenbahnschienen, worauf diese zwei Räderpaare laufen, sind auf Balken befestigt, welche auf dem Mauerwerke des Gebäudes ruhen.

Wie aus den Abbildungen erhellt, ist auf dem äussersten Achsenende eines jeden dieser Eisenbahnräder *v* ein Stirnrad *u* befestigt, wovon jedes mit einem Getriebe *t* im Eingriffe befindlich ist. Diese Getriebe sitzen an den äussersten Enden einer langen Welle *s* (Fig. 195), die in vier Lagern läuft, wovon die beiden mittleren β beweglich, d. h. mit ihrem Gestell $\alpha\gamma$ um einen Zapfen α drehbar gemacht sind und zwar aus dem Grunde, um betreffende Theile des Windewagens an der fortschreitenden Bewegung nicht zu hindern.

Auf der langen Welle *ss* befindet sich ferner ein Kegelrad *r*, welches in ein anderes Kegelrad *q* fasst. Mit letzterem auf derselben Verticalachse sitzt ein drittes Kegelrad *p*, das mit einem vierten Kegelrade *m* im Eingriffe steht, an dessen horizontaler Welle die Kurbel aufgesteckt wird, an welcher die Arbeiter wirken müssen, um den Längentransport des ganzen Fahrgerüstes zu veranlassen.

Endlich ist auf der Welle *e* deren ganzer Länge nach in gerader Linie eine Nute eingehobelt, in welche das Kegelrad *r* mit einem Schlüssel derartig greift, dass es mit der Welle *s* zwar umgedreht werden kann, jedoch ohne dabei an einer Längenverschiebung auf der Welle gehindert zu werden. Diese Anordnung ist durchaus nothwendig, weil die verticale Welle mit den zwei Kegelrädern *p* und *q* (welches letztere die Bewegung des Wagens nicht stören darf) am Windewagen selbst befestigt ist.

Nunmehr erklärt sich auch noch die Nothwendigkeit zweier schwingender Lager $\alpha\beta$ (Fig. 195), da diese Lager offenbar für die kurze Zeit weggedrückt (entfernt) werden müssen, damit das conische Rad *r* ungehindert vorbeipassiren kann. Ist letzteres erfolgt, so bringen Gegengewichte γ die betreffenden Lagerarme wieder in die erforderliche Stellung zurück.

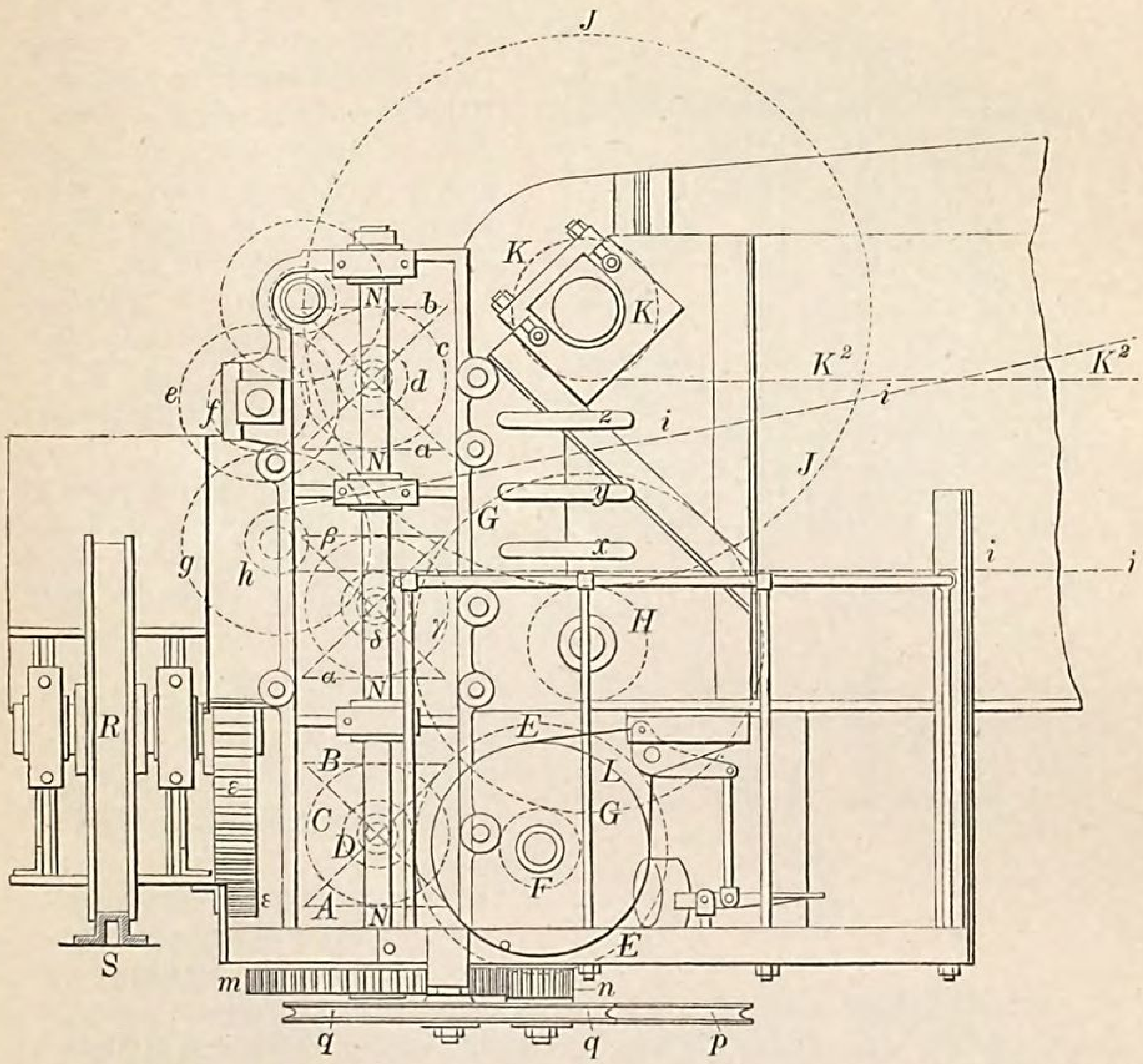
Noch verdankt der Verfasser den äusserst gütigen Mittheilungen des Herrn Ludwig Stuckenholz zu Wetter a. d. Ruhr (Westphalen), der als Maschinenfabrikant in der Specialität „Krahne" und „Hebzeuge" (mit Seil-, Wellen-, Dampf- und hydraulischem Betrieb) zur Zeit in Deutschland den ersten Rang einnehmen dürfte — nachstehende besondere Mittheilungen über ein ausgeführtes Windewerk auf transportabelm Hochgerüste (Laufkrahn) mit Seilbetrieb[1]) nach dem bereits vorher (S. 207) erörterten Systeme des Engländers Ramsbottom.

1) Noch andere Krahne der Stuckenholz'schen Fabrik finden sich beschrieben und abgebildet in folgenden Quellen:

a. Einen 25 Tons „Laufkrahn" (für die Wiener Ausstellung von 1873) im Engineering vom 15. August 1873, pag. 117.

Den Hauptkörper des transportabeln Maschinengerüstes (die Fahrbühne) bildet ein aus Eisenblech construirter parabolischer Träger von 2 Meter Höhe in der Mitte, der mit Sicherheit die grosse zu fördernde Last von 45 Tons zu tragen im Stande ist.

Fig. 196.



Des mangelnden Raumes wegen müssen die hier folgenden Abbildungen Fig. 196 bis mit 199 zur Darstellung des Ganzen und seiner Theile genügen, so zwar, dass Fig. 196 und Fig. 198 die Anordnungen beider Enden des Werkes

b. Einen desgl. für 20 Tons Last (für Kieler Schiffswerfte) im Engineering vom 3. August 1877.

c. Einen 80 Tons „Mastenkrahn“ (Shear-Krahn) für Amsterdam im Engineering vom 25. Februar 1881.

d. Einiges über „Laufkrahn-Constructionen“. In der Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Jahrg. 1881, S. 493.

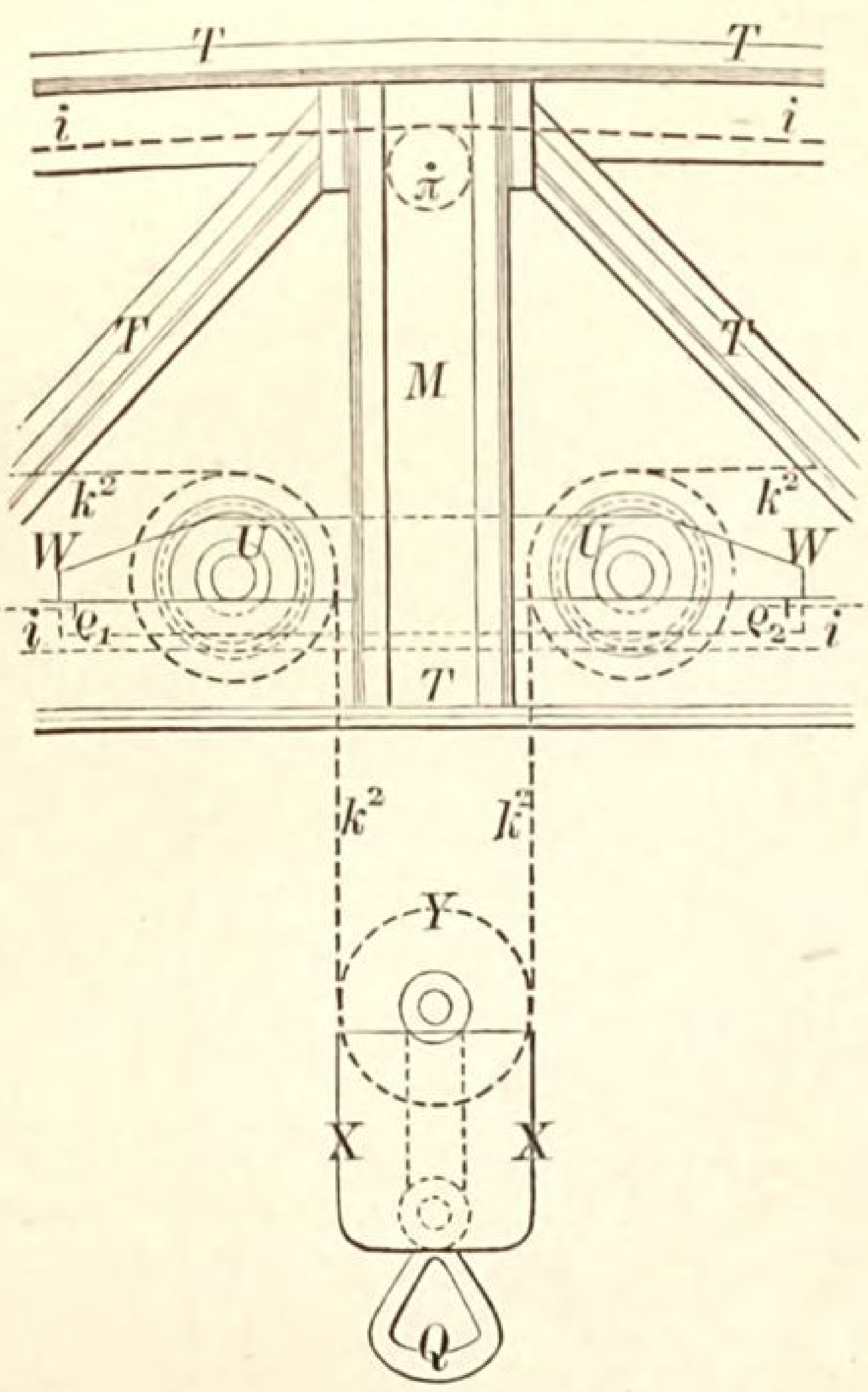
e. Einen hydraulischen Krahn. Im Engineering vom December 1883.

f. Einen 60 Tons Drehkrahn. Im Engineering vom 11. April 1884.

in $^1/_{25}$ der wahren Grösse gezeichnet sind, während Fig. 197 die Mittelpartie erkennen lässt und zwar in $^1/_{50}$ wahrer Grösse mit der daselbst hingestellten sogenannten Katze *W* und den Theilen *X* und *Y* zum Anbringen der eigentlichen Förderlast *Q*.

Zum Verständniss der ganzen Anordnung ist in Fig. 196 zunächst die mit keilförmiger Nuth versehene, horizontalliegende Scheibe *p* von 1,2 m. Durchmesser in's Auge zu fassen, welche zur Aufnahme des aus besten Manillahanfe gefertigten Haupttransmissionsseiles dient. Zwei in unserer Figur nur angedeutete kleinere Scheiben *qq* mit weiteren Nuthen[1]) dienen dazu, dies Treibseil zu zwingen, etwa $^3/_4$ vom Umfange der grossen Scheibe *p* zu umspannen, um überhaupt die bewegende Kraft mit möglichster Sicherheit zu übertragen.

Fig. 197.



Von der Seilscheibe *p* aus wird die Bewegung zunächst durch Zahnräder *n* und *m* auf die verticalstehende Antriebswelle *NN* fortgepflanzt, auf welcher sechs conische Räder angebracht sind, wovon immer je zwei zusammengehören, so *A* und *B*, *α* und *β* und eben so *a* und *b*. Mit diesen Paaren kann immer ein zugeordnetes drittes conisches Rad in Verbindung gebracht werden, welches in unserer Figur beziehungsweise durch die Buchstaben *C*, *γ* und *c* kenntlich gemacht ist. (Man sehe hierzu auch die in kleinerem Maassstabe gezeichnete Fig. 199, welche die Seitenansicht der ganzen Fahrbühne darstellt).

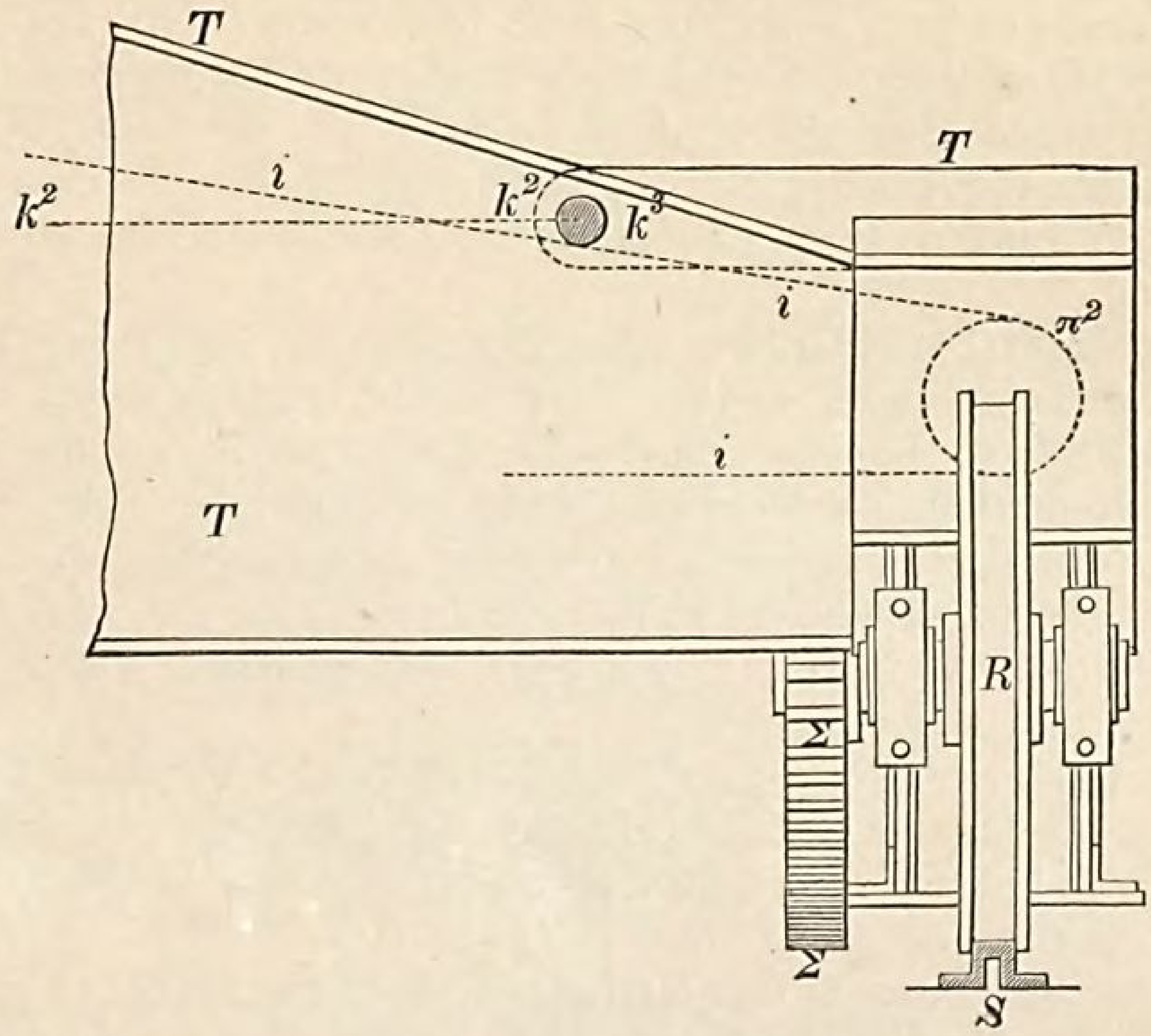
Hervorgehoben muss zum Verständniss werden, dass die sämmtlichen 6 Kegelräder *A*, *B*, *α*, *β*, *a* und *b* auf der Welle lose sitzen und in bekannter Weise (durch geeignete Muffanordnung mit Klauen oder Keilen) derartig auf *N* zeitweis befestigt werden können, dass beispielsweise entweder *A* mit *C* oder *B* mit *C* in feste Verbindung tritt und betreffende Umdrehungen der Welle *C* entweder nach rechts oder links hervorgebracht werden.

Durch diese ganze Anordnung werden aber die bereits S. 217—219 erörterten drei Hauptbewegungen zu Stande gebracht, nämlich Heben und Senken

1) Abgebildet im 25. Bande (1881) der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Seite 493 unter der Ueberschrift: Einiges über Laufkrahn-Constructionen.

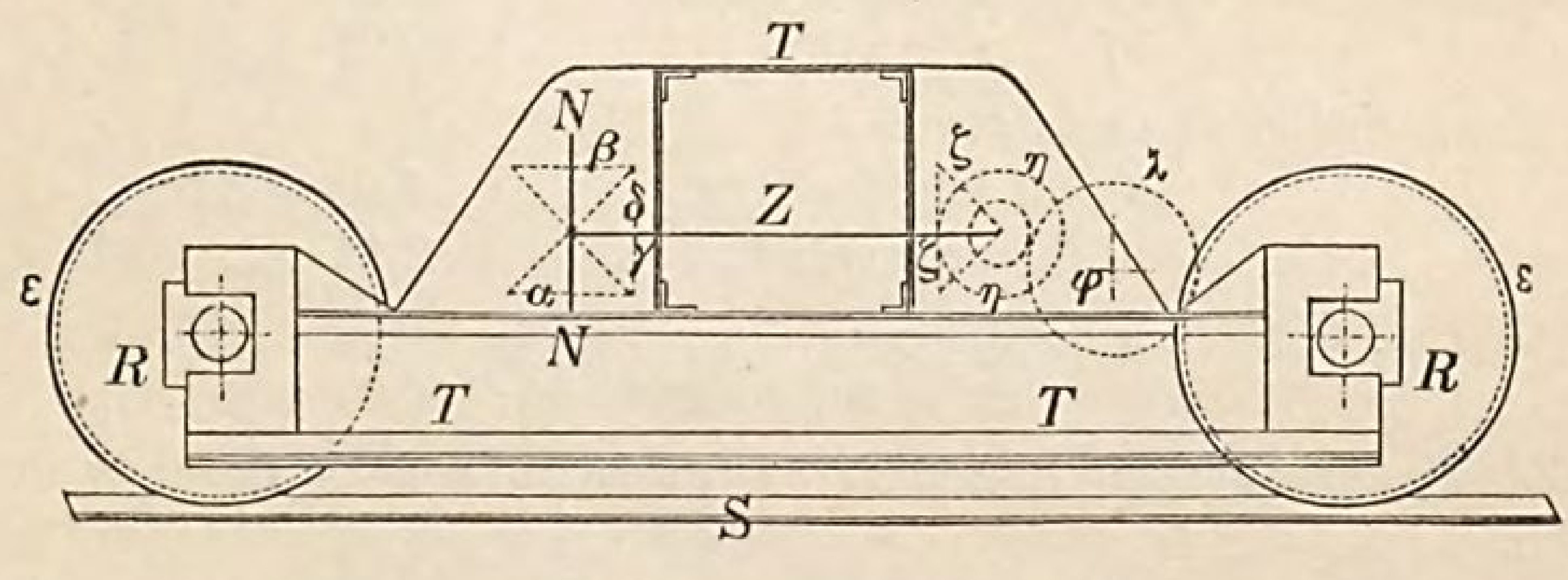
der Last Q, Quertransport der Katze M und endlich Transport der ganzen Fahrbühne normal zu deren Längenrichtung.

Fig. 198.



Die Quelle der Bewegung zum Heben und Senken der Last Q liegt (so zu sagen) in den drei Kegelrädern A, B und C, wozu beachtet werden muss, dass D mit C auf einerlei Achse befestigt ist und von D aus die erforderliche Drehung auf die Zahnradvorgelege E, F, G und H und von letzterem Getriebe

Fig. 199.



aus auf das grosse Stirnrad J fortgepflanzt wird. Auf der Welle des letzteren ist aber das Kettenrad K befestigt, dessen Zähne zwischen die Glieder der Gall'schen Kette k^2 greifen, deren anderes Ende am parabolischen Träger T bei k^3 (Fig. 198) befestigt ist. Wie auf dem Wege von K bis k^3 die Kette k^2 über verzahnte Rollen UU und über die lose Rolle Y läuft, an welcher schliesslich die Last Q aufgehangen ist, erhellt ohne Weiteres aus der Betrachtung der drei Figuren 196—199.

Die zweite Bewegung, die transversale (seitliche) Verschiebung der Katze M und mit ihr der Last Q wird in folgender Weise zu Stande gebracht.

Der Ausgang der Bewegung liegt wieder in den Kegelrädern a, b und c, wodurch das Stirnrad d in Umdrehung gesetzt wird, welches wieder mit den Vorgelegen e, f und g in Verbindung steht. Auf einerlei Welle mit g ist wieder das Kettenrad h befestigt, welches die zweite der vorhandenen Gall'schen Ketten in Action setzt, deren Enden in ϱ_1, ϱ_2 an der Katze W (Fig. 198) in geeigneter Weise befestigt sind. Dass hierbei noch besondere Leitrollen n (Fig. 197) und n^2 (Fig. 198) erforderlich werden, bedarf wohl kaum der Bemerkung.

Die dritte erforderliche Bewegung, die der Fahrbühne in normaler Richtung zu ihrer Länge, wird wie nachbemerkt hervorgebracht.

Die Quelle der Bewegung findet sich hier wieder in den drei Kegelrädern α, β und γ, wozu auch unsere Fig. 199 das Verständniss erleichtern wird. Von γ aus werden durch eine besondere Welle z die Vorgelege δ, η, λ und ε in Thätigkeit gesetzt und damit endlich die Drehung des mit zwei Spürkränzen versehenen Rades R (in Fig. 198 u. 199) hervorgebracht, welches auf festen Eisenbahnschienen S rollen kann.

Mit Hülfe der Welle φ, worauf das Zahnrad λ festgekeilt ist, wird die Bewegung auf das andere Ende (Fig. 199) der Fahrbühne fortgepflanzt, wobei die Bemerkung kaum erforderlich sein wird, dass die Welle φ den ganzen Träger T entlang fortgeführt ist.

Schliesslich verdankt der Verfasser Herrn Stuckenholz noch die Angaben folgender Geschwindigkeiten, welche zur Beurtheilung des im Vorstehenden erörterten 45 Tonnen (45000 Kil.) Windewerkes von besonderer Wichtigkeit sind.

Hiernach beträgt

die Treibseilgeschwindigkeit	900	Meter	pro	Minute
„ Geschwindigkeit des Hebens (der Verticalförderung):				
a) bei leichter Last:	1,53	„	„	„
b) „ schwerer „	0,460	„	„	„
„ Geschwindigkeit der Katze:				
a) bei leichter Last:	7,40	„	„	„
b) „ schwerer „	2,48	„	„	„
„ Geschwindigkeit in der Längsrichtung (rechtwinklig zur Fahrbühne):	10,00	„	„	„

Zu diesen Angaben fügt Herr Stuckenholz noch folgende werthvolle Notizen.

„In der Regel werden die Treibseile aus Manila-Hanf, zuweilen auch aus der etwas haltbareren, aber auch erheblich theueren Baumwolle hergestellt. Bei sehr grossen Seilgeschwindigkeiten und Seilscheiben von kleinen Durchmessern — die ursprüngliche Ramsbotten'sche Construction — hält sich Hanf nicht und ist die Anwendung von Baumwollseilen geboten".

Hinsichtlich Windemaschinerien auf Fahrgerüsten für Bauzwecke wird es, wie schon bemerkt, genügen, den Fig. 200 skizzirten Fall (Gerüstwerk, welches besonders beim Baue der Pariser Kirche Notre Dame des Champs Anwendung

fand) hier zu besprechen[1]), hinsichtlich anderer Beispiele (namentlich solchen von Brückenbauten) aber auf die unten verzeichneten Quellen zu verweisen[2]).

1) Oppermann, „Portefeuille économique des machines" etc. 1869 (14e année), Pg. 83, Pl. 45.

2) Fahrgerüste mit Winden etc. beim Werra- und Fuldabrückenbau (bei Münden) in der Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins f. d. Königreich Hannover. Bd. II (1856), S. 77, Blatt 38, und Bd. IV (1858), S. 181, Blatt 119 und 120.

Ferner die beim Baue der Okerbrücke (Eisenbahn Vienenburg-Goslar) benutzten Windewerke (Lauf- und Krahn-Gerüste). Ebendaselbst Bd. XII (1866), S. 119 und 222, Blatt 345.

Weiter ist noch zu empfehlen (insbesondere auch wegen grösserer Zeichnungen der Fahrgerüste und Windewerke) eine Abhandlung über den Bau der Weserbrücke (für die Bremen-Oldenburger Eisenbahn). Ebendaselbst Bd. XV (1869), S. 281 etc., Blatt 438 (Transport der Senkkasten auf Schiffen) und Blatt 439 (Gerüste mit Laufkrahnen für die Versenkung).

Aus dem Gebiete der französischen Litteratur verdienen in Bezug auf hohe Fahrgerüstwinden besonders Oppermann's „Nouvelles Annales de la Construction" beachtet zu werden. Folgende Ausführungen sind vor Allem zu empfehlen:

„Grand Échaufaudage Roulant (Chemin de fer d'Orléans)". Jahrgang 1857, Pg. 123, Pl. 55 et 56.

„Cintres et Grues mobiles" (Chemin de fer de Viennes). Jahrgang 1860, Pg. 172, Pl. 53 et 54.

„Cintres Roulants" (Canal St. Martin). Jahrg. 1861, Pg. 5, Pl. 1, 2, 3 et 5.

„Grand Échaufaudage Roulant" (de la Nouvelle Gare d'Orléans) von 52,5 Meter Spannweite. Jahrgang 1870, Pg. 18, Pl. 7 u. 8.

„Grand Échaufaudage à treuil roulant". Jahrg. 1871, Pg. 91, Pl. 47 et 48.

Ferner ist noch bemerkenswerth: „Moselbrücke bei Conz" in Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen, 1863, S. 111.

Fontenay, „Construction des Viaducs". Paris 1852 (Machines employées au Viaduc de l'Indre), Pl. 6, 7 et 8.

Oppermann, „Visites d'un Ingénieur à l'Exposition universelle de 1867" (Montage des Fermes), Pg. 56, Pl. 2.

Kessler, „Deutsche Ausstellungszeitung". (Bau des Pariser Ausstellungspalastes von 1866), Nr. 8, 9 u. 11.

Krafft, „Traité des Echaufaudage". (Appareil exécuté pour lever la Statue de Napoléon I.). Paris 1856, Pl. 47.

Noch andere Quellen sind folgende:

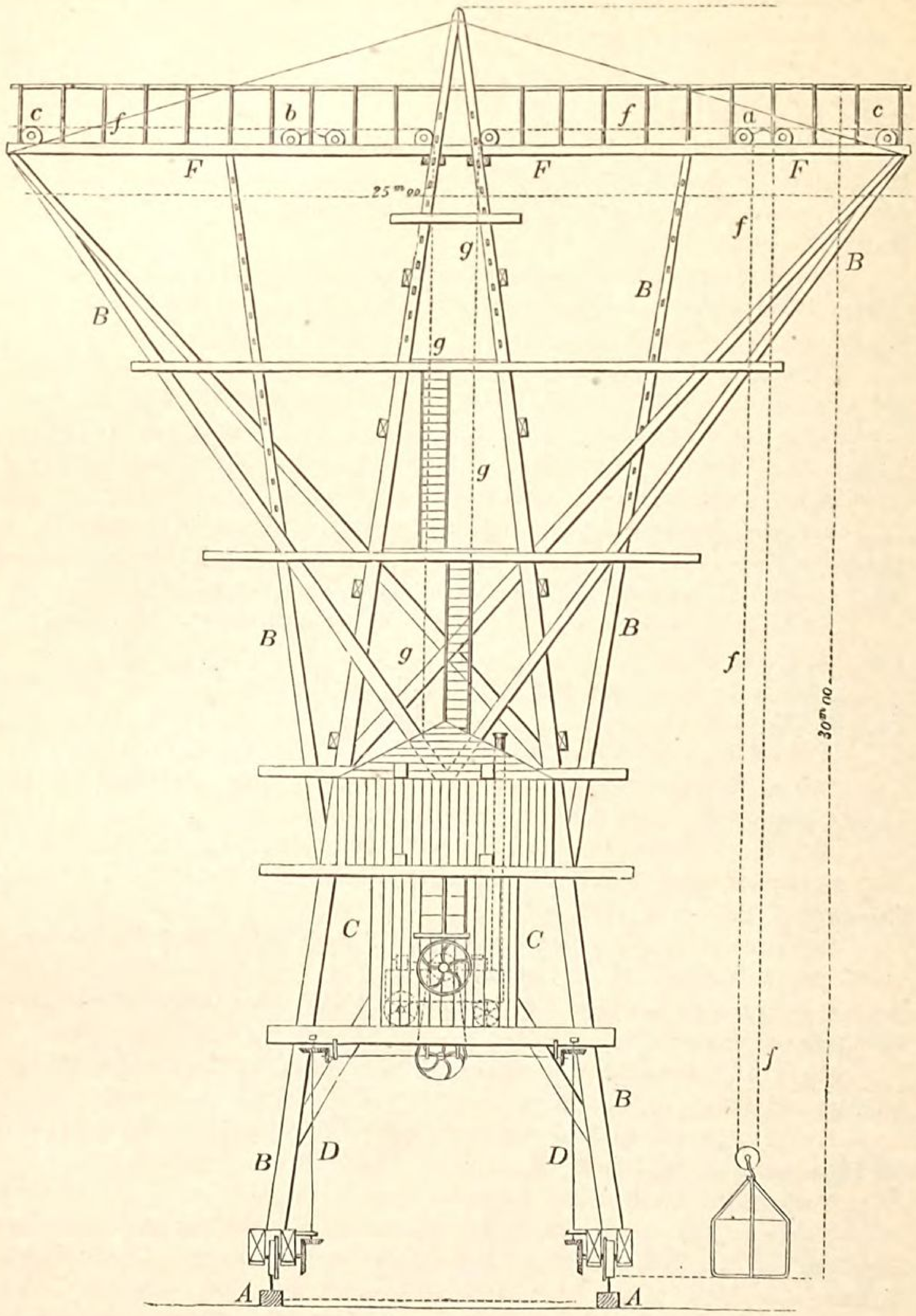
Kemm, „Die Bahnhofshalle in Altona und die Gerüste zur Aufstellung derselben" in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIII (1869), S. 22.

Etzel, Supplement zu den Brücken- und Thalübergängen schweizerischer Eisenbahnen (Rüstungen und Werkzeuge). Basel 1859.

Fenoux, „Sur les travaux de construction du grand Viaduc de Morlaix". Annales des Ponts et Chaussées. Tome XIII, 1867, Pg. 219. (Grues de distribution).

Arnoux, „Sur le Viaduc de l'Aulne". Ebendaselbst Vol. XX (1870),

Fig. 200.



Pg. 262, Pl. 234. (Appareil élévatoire pour l'exécution des voûtes et tympans). Hieraus in Zeuner-Hartig's Civil-Ingenieur, Jahrg. 1872, S. 47, Taf. 4.

Theis' „Krahn der Gesellschaft J. V. Florio & C. in Palermo", welcher

Der ganze colossale Gerüstbau *AB* von 30 Meter Höhe und von 25 Meter grösster Breite läuft unten mittelst 6 Räder auf einer provisorischen Eisenbahn *AA*, während in grösster Höhe eine zweite, zu genannter Bahn rechtwinklig gerichtete *FF* dazu dient, die Gleise für den Transport der sogenannten Katzen oder Rollwagen *a* und *b* aufzunehmen, welchen die Leitung des Lastseiles *f* obliegt.

Feste Rollen *cc* an beiden Enden der horizontalen Scheitelbahn *FF* dienen zur geeigneten Richtungsveränderung des Lastseiles *ff*, dessen Auf- und Abwickeln durch eine in *CC* aufgestellte und in unserer Figur angedeutete locomobile Dampfmaschine besorgt wird.

Wie mittelst geeigneter Kegelradtransmission *DD* dieselbe Dampfmaschine zur Erzeugung der erforderlichen fortschreitenden Bewegung des ganzen Fahrgerüstes verwandt werden kann, erhellt hinlänglich aus der Figur.

Aufmerksam möchten wir noch machen, dass die Figur der Horizontalprojection des unteren Gerüsttheiles *DD* ein vollständiges Quadrat von etwas über 8 Meter Seitenlänge bildet, sowie dass die grössten bei dem genannten speciellen Kirchenbaue zu hebenden Steine etc. ein Volumen von 4 Cubikmeter Inhalt hatten. Rechnet man daher das specifische Gewicht dieser (als hart bezeichneten) Steine $= 2^1/_2$, so würden im Maximum Baumaterialien bis zu $1000 . 2^1/_2 . 4 = 10000$ Kilogramm zu fördern gewesen sein.

Das Vortheilhafte und die grosse Brauchbarkeit der ganzen Anordnung wird in unserer Quelle ausserordentlich hervorgehoben.

Eine eigenthümliche Gattung von transportabeln Winden auf Hochgegerüsten bilden die in neuerer Zeit immer mehr Verbreitung findenden sogenannten Schwimmkrahne (Floating Derricks), welche auf Pontons oder Schiffen montirt sind.

Von den vielen bereits ausgeführten und in Benutzung befindlichen Exemplaren dieser Gattung verdient besonders ein in Fig. 201 abgebildetes der Beachtung, welches Appleby für die Londoner „East and West-India Docks“ ausführte. Unsere dem Appleby'schen Buche „Hoisting Machinery“ (pag. 18, Fig. 112) entlehnte Abbildung giebt ein gutes Gesammtbild des Werkes. Der Beschreibung unserer Quelle entlehnen wir Folgendes:

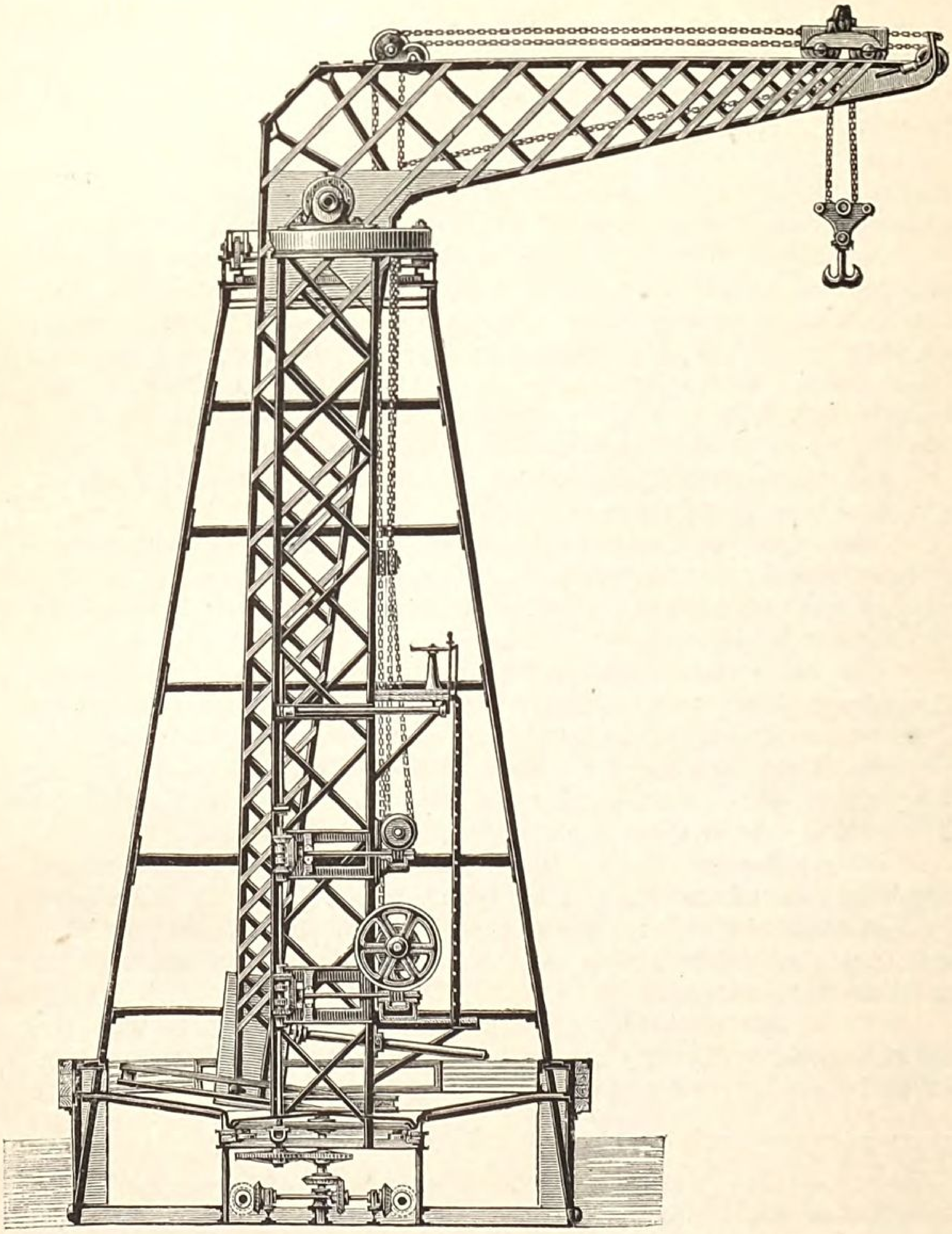
Das schwimmende Ponton hat 70 Fuss (engl.) Länge und die unserer Abbildung zu entnehmende Breite beträgt 32 Fuss (engl.). In der Mitte dieses Pontons erhebt sich ein aus Eisen construirter Thurm von circa 60 Fuss Höhe, auf desen ringförmigen oberen Ende der horizontale Auslader mit Laufkatze und Zubehör montirt ist.

Wie ebenfalls die Abbildung erkennen lässt, bildet der Ausleger den horizontal gerichteten Schenkel eines colossalen aus Gitterwerk construirten Winkelhebels, der um eine Verticalachse drehbar ist und wobei das untere Ende

zum Baue des neuen grossen Theaters in der Hauptstadt Siciliens verwandt wurde. Mittelst dieses Krahnes (der übrigens auch die Beschaffenheit eines Wipp-Krahnes hatte) und der auf einem fahrbaren Gerüste von 13 Meter Höhe montirt war, konnten Lasten bis zu 8000 Kilogramm auf 24 Meter Höhe gefördert werden. Beschrieben und abgebildet im Jahrgange 1878 der Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure, S. 317.

des verticalen Schenkels so angeordnet ist, dass dasselbe mit Gegengewichten belastet werden kann, welche beim Fördern verschiedener Lasten deren Ausbalancirung vermittelt.

Fig. 201.



Der Rollring, mittelst dessen der grosse Winkelhebel, etwas unter der Stelle des fast rechten Winkels, auf der Krone des Hochgerüstes gedreht werden kann, hat mit Zubehör der Hauptsache nach diejenige Anordnung, welche

bei holländischen Windmühlen (mit drehbarer Haube, Bd. 1, 2. Aufl., S. 473 und 479) längst gebräuchlich ist.

Die erforderliche Betriebsdampfmaschine hat man nebst Kessel und Zubehör in dem untersten Theile des Pontons aufgestellt, wobei noch zu bemerken ist, dass zur Ortsveränderung des Pontons (zu dessen Fortlaufe) ein paar sogenannte Zwillingsschrauben (als Propeller) vorhanden sind.

Die Kosten des ganzen colossalen Werkes werden in unserer Quelle zu 7000 £, d. i. zu circa 140000 Mark angegeben[1]).

VII. Rammmaschinen[2]).

(Geschichte und Gegenwart).

§. 12.

Um Pfähle für eine bestimmte Widerstandsleistung bis zur nöthigen Tiefe mittelst eines fallenden, festen Körpers, Ramm-

1) Gariel, „Grue flottante de 100 Tons„, zur Ausführung von Hafenbauten in New-York construirt.

Annales des ponts et chaussées, 1874 (Tome VII, 5e Série), pag. 204. Der engl. Zeitschrift „Engineering" vom 30. Mai 1873, p. 371 entlehnt. Auch in der deutschen Bauzeitung, Jahrg. 1878, S. 181 zu finden.

Theis' (in Palermo) „Schwimmender 60 Tons Krahn". „Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure". Jahrg. 1882, S. 619.

London- und St. Katherine-Docks Schwimmkrahn von 30 Tons Tragfähigkeit. Engineering, Jahrg. 1882 vom 5. Mai, p. 446.

Blaul, „Schwimmender Krahn" in Stettin für Lasten von 40000 Kilogr. (40 Tons). Glaser's Annalen für Gewerbe und Baukunst. Bd. XV (1885), S. 29 und 171.

2) Literatur: De la Hire, „Machine pour retenir la roue qui sert à élever le Mouton pour battre les pilotis dans la construction des Ponts, des Quais et autres ouvrages de cette nature". In der Pariser Histoire de l'Académie des Sciences. Année 1707, Pg. 188. (Mit einer Abbildung in Holzschnitt).

Camus, „Machine pour battre des Pilotis" in dem Recueil des Machines approuvées par l'Académie des Sciences. Année 1713, Pg. 3. (Mit 1 Kupfertafel).

Leupold, „Theatrum Machinarum Hydrotechnicarum". (Schauplatz der Wasserbaukunst). Leipzig 1724. S. 116—122. (Von diversen Rammeln und anderen Maschinen die Pfähle einzuschlagen). Während die ersten beiden Quellen jede nur eine bestimmte Rammmaschine behandelt, werden hier verschiedene Arten von Rammmaschinen gleichsam im Lehrtone besprochen. Zugleich enthält dies Werk die ältesten bemerkenswerthen Abbildungen der betreffenden Maschinen.

klotz, Knecht oder Bär genannt, in den Erdboden zu treiben, bedient man sich der Rammmaschinen. Dabei hängt der

Belidor, „Architectura Hydraulica". 5. Band. Zweiter Theil. Zweite und dritte Ausgabe der Uebersetzung aus dem Französischen. Augsburg 1766 und 1767. Sechstes Capitel, S. 21 (Von dem Eintreiben der Grundpfähle) und achtes Capitel, S. 32 (Von der englischen Rammmaschine). Noch praktischer und rationeller wie die Leupold'schen Abhandlungen verfasst, auch mit besseren Kupfertafeln ausgestattet.

Perronet, „Déscription des projets et de la Construction des Ponts de Neuilly, de Mantes, d'Orléans, de Louis XVI." etc. Paris 1788. Deutsch bearbeitet von Dietlein. Halle 1820.

Gilly u. Eytelwein, „Praktische Anweisung zur Wasserbaukunst". Berlin 1802. Dritte Auflage 1830. Erstes Heft: Von den Pfählen, Rammen und den Fangdämmen. Seiner Zeit das beste Werk dieser Art in deutscher Sprache.

Hagen, „Handbuch der Wasserbaukunst". Erster Theil. Abschnitt V. S. 536, §. 36 (Die Zugramme) und §. 37 (Die Kunstramme). Erste Aufl. 1840, zweite Aufl 1852. Eins der vorzüglichsten Werke der Gegenwart.

Nasmyth, Patent Specification. Nr. 9850 vom 4. Januar 1844. Driving Piles. (Beschreibung der berühmten Dampframme des Erfinders unter Beifügung grosser Abbildungen). Auch Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 94, S. 9. (Siehe nachher den Text).

Soutter's und Hammond's pneumatischer Hammer zum Einrammen der Pfähle. Mechan. Magazine. 1846, Nr. 1192, und hieraus in Dingler's Polytechn. Journale, Bd. 101 (1846), S. 409. Hiernach wird der „Bär" nicht durch Wasserdampf, sondern durch die Elasticität zusammengepresster atmosphärischer Luft in Bewegung gesetzt.

Lentze, „Beschreibung der Nasmyth'schen Dampframme, wie solche beim Baue der grossen Weichselbrücke bei Dirschau in Anwendung gebracht wurde". Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen. 27. Jahrgang (1848), S. 151. Begleitet von 5 schönen und grossen Kupfertafeln. Sehr zu empfehlen.

Scott und Robertson, „Steam Pile Driver". Proceedings der Instit. of Mech. Engineers. 1857, Pg. 12. (Zwillingsramme mit indirectem Dampfbetriebe). Eine werthvolle Abhandlung.

Scheffler, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Bd. 12, 1857 S. 153. (Dampframme zu Toulon). Ebenfalls beachtenswerth.

Sonne, „Die Kunstrammen beim Baue der Werrabrücke". Zeitschrift des Hannov. Architecten- und Ingenieur-Vereins. Bd. IV (1858), S. 160. Enthält werthvolle Notizen für Praktiker.

Knop, „Schwartzkopf's Dampframme mit Daelen'scher Expansion. Zeitschrift d. Vereins deutscher Ingenieure. 1860, S. 224. (Theorie dieser Maschine).

Köpke, „Die steuerfreie Niederlage zu Harburg". Ebendaselbst Bd. VI (1860), S. 272 (Rammarbeiten) und besonders von S. 279 ab (Beobachtete Leistungen der Zug- und Kunstrammen). Eine ganz vorzügliche Arbeit!

Hübbe jun., „Erweiterung des Quarantänehafens zu Cuxhafen". Ebendaselbst S. 459 und 466. Lesenswerth.

Bär an einem Taue (oder an einer Kette), welches über eine feste Rolle (die Riemenscheibe) geführt wird, die man im Scheitel eines geeigneten, meist pyramidalen Gerüstes befestigt. Durch Ziehen am freien Tauende (am Rammtaue) lässt sich der Bär heben, der sodann sich selbst überlassen auf den Kopf des Pfahles herabfallen und die beabsichtigte Wirkung ausüben kann.

Lässt man mittelst sogenannter Zugleinen am Rammtaue Menschen unmittelbar anfassen und den Bärhub direct ausführen, so wird die Maschine Zugramme genannt. Schaltet man dagegen zwischen Rammtau und den Angriffspunkten der Menschenkraft besondere Bewegungsmaschinen (Hebel, Winden, Göpel, Laufräder etc.) ein, oder bringt man durch Elementarkräfte bewegte Motoren (Dampfmaschinen oder Wasserräder) in Anwendung, so nennt man die Maschine eine Kunstramme. Mit dem Namen Dampframme bezeichnet man die Maschine speciell dann, wenn die Kraft des Dampfes die Erhebung des Bären direct (ohne Anwendung eines Taues oder einer Kette) bewirkt. In allerjüngster Zeit hat man sogar die Explosionskraft des

Riggenbach, „Die Dampframme beim Bahnhofbaue zu Biel in der Schweiz". Annales des Mines, 1864, Pg. 329, und hieraus im Polytechn. Centralblatte, Jahrg. 1865, S. 219. Der Dampfkolben ist hier fest, der Cylinder beweglich. (Nach dem Principe des Condie'schen Dampfhammers. In den Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereines, Jahrg. 1868, S. 242, vom Verfasser beschrieben).

Schwarz, „Der Grundbau". Berlin 1865, S. 6. „Die Rammen". Vortreffliche kurze Uebersicht des Gegenstandes.

Schwartzkopf, „Dampframme mit Frictionssteuerung". Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen. 44. Jahrgang (1865), S. 110 ff., mit 2 schönen Tafeln Abbildungen. Eine besondere locomobile Dampfmaschine betreibt das Aufziehen des Rammbären.

Sisson und White, „Dampframme mit locomobiler Dampfmaschine auf dem transportablen Gerüste mit continuirlich bewegter endloser Kette zum Erheben des Bären". Mit 3 Tafeln Abbildungen. Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XII (1866), S. 418. Hierzu als Ergänzung ebendaselbst Jahrg. XV (1869), S. 279.

Essie, „Steam Pile Driver with endless chain". Institution of Mechanical Engineers. Proceedings 1867, Pg. 225, Plate 90—97. (Die zur Zeit beste Dampframme mit endloser Kette. Auch Polytechn. Centralblatt, Jahrg. 1870, S. 1649.

„Schiess-Pulver-Ramme". Wochenblatt des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1869, S. 314, und Jahrg. 1870, S. 30. Auch Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Jahrg. 1870, S. 273, sowie Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, Bd. XIX (1873), S. 112. (Nach dem Civil-Ing. 1872, S. 288).

Schiesspulvers zum directen Heben des Rammbären verwandt, weshalb man auch die „Schiesspulver-Ramme“ unterscheiden könnte.

Anlangend die Geschichte der Rammmaschine, so ist zunächst zu bemerken, dass der Erfinder der Zugramme unbekannt ist, diese Maschinen aber, sowie namentlich gewisse Kunstrammen bereits in den ältesten Zeiten Anwendung gefunden haben müssen, wie dies u. A. Vitruv's Bemerkungen über das Rammen des Grundes zu den grossen Tempeln [1]), der Bau gewaltiger Leuchtthürme, unter anderen des auf der Insel Pharos vor Alexandrien [2]) von über 500 Fuss Höhe, ferner vieler Hafenbauten und Molen der Alten als fast zweifellos vermuthen lassen. Die Häuser und Paläste der 451 nach Christi Geburt gegründeten Lagunenstadt Venedig sind meistentheils auf Pähle gebaut, die man sicher nicht mit Handrammen, sondern mit Zug- oder Kunstrammen eintrieb. Dasselbe lässt sich von vielen Bauwerken der Holländer vermuthen, so u. A. vom Baue des Amsterdamer Stadthauses, welches auf 13659 eingerammten Pfählen ruhen soll etc.

Als die bereits im vorigen Jahrhundert gebräuchlichste (Nord-) Deutsche Zugramme kann die in den Fig. 202 und 203 skizzirte Anordnung bezeichnet werden.

Auf einem geeigneten Schwellwerke *a a* steht vorn die sogenannte Läuferruthe *b* (Läufer, Mäkler), welche durch zwei Vorderstreben (Streben) *cd* und zwei Hinterstreben *ee* gehalten wird [3]). Der meist aus hartem Holze (bei der

1) Im 3. Buche Capitel 3 des Vitruv'schen Werkes über die Baukunst (Deutsch von A. Rothe. Leipzig 1796, S. 133) lautet die betreffende Stelle wie folgt:

„Kann man keinen festen Grund erhalten und ist der Ort unten locker oder morastig, so grabe und leere man denselben aus; schlage angebrannte ellerne oder ölbäumene oder eichene Pfähle ein; verbinde damit durch Maschinen dicht neben einander gelegte Schwellen; fülle den Raum zwischen den Pfählen mit Kohlen aus und mauere sodann fest den Grund auf“.

2) Dieser Leuchtthurm (Pharus oder Pharos) stand in dem östlichen Vorgebirge der Insel Pharos, soll unter den Ptolemäern und zwar ungefähr 300 Jahre vor Christo erbaut worden sein und wird deshalb auch der Ptolemäische Leuchtthurm genannt. Von Einigen wurde der Pharus von Alexandrien anstatt der ägyptischen Pyramiden zu den 7 Wundern der Welt gezählt. (Man sehe hierzu S. 1, Note 3 dieses Bandes der Maschinenlehre).

3) Vollständige Skizzen und Zeichnungen mit Details von Zugrammen finden sich in den bereits angegebenen Werken von Gilly-Eytelwein (Tafel I), Hagen (Tafel XV) und Schwartz (Tafel IV).

Kunstramme aus Gusseisen) hergestellte Bär *k* (von 6 bis 20 Cntr. Gewicht) ist am Rammtaue *l* befestigt und umfasst in geeigneter Weise (mittelst Arme, Bügel etc.) die Läuferruthe *b* [1]). Oben geht das Rammtau *l* über die Rammscheibe *g*, während am freien Ende *n* des Taues die Zugleinen *m* angebracht sind, an welchen die Arbeiter die geeigneten Angriffspunkte finden. Zum Herbeiholen, Richten und Setzen der Pfähle benutzt man das sogenannte Windetau *i*, was oben über feste Rollen des Krahnbalkens *h* läuft und sich auf der Welle eines Kreuzhaspels *p* auf- und abwickeln kann. Sprossen *r* an

Fig. 202.

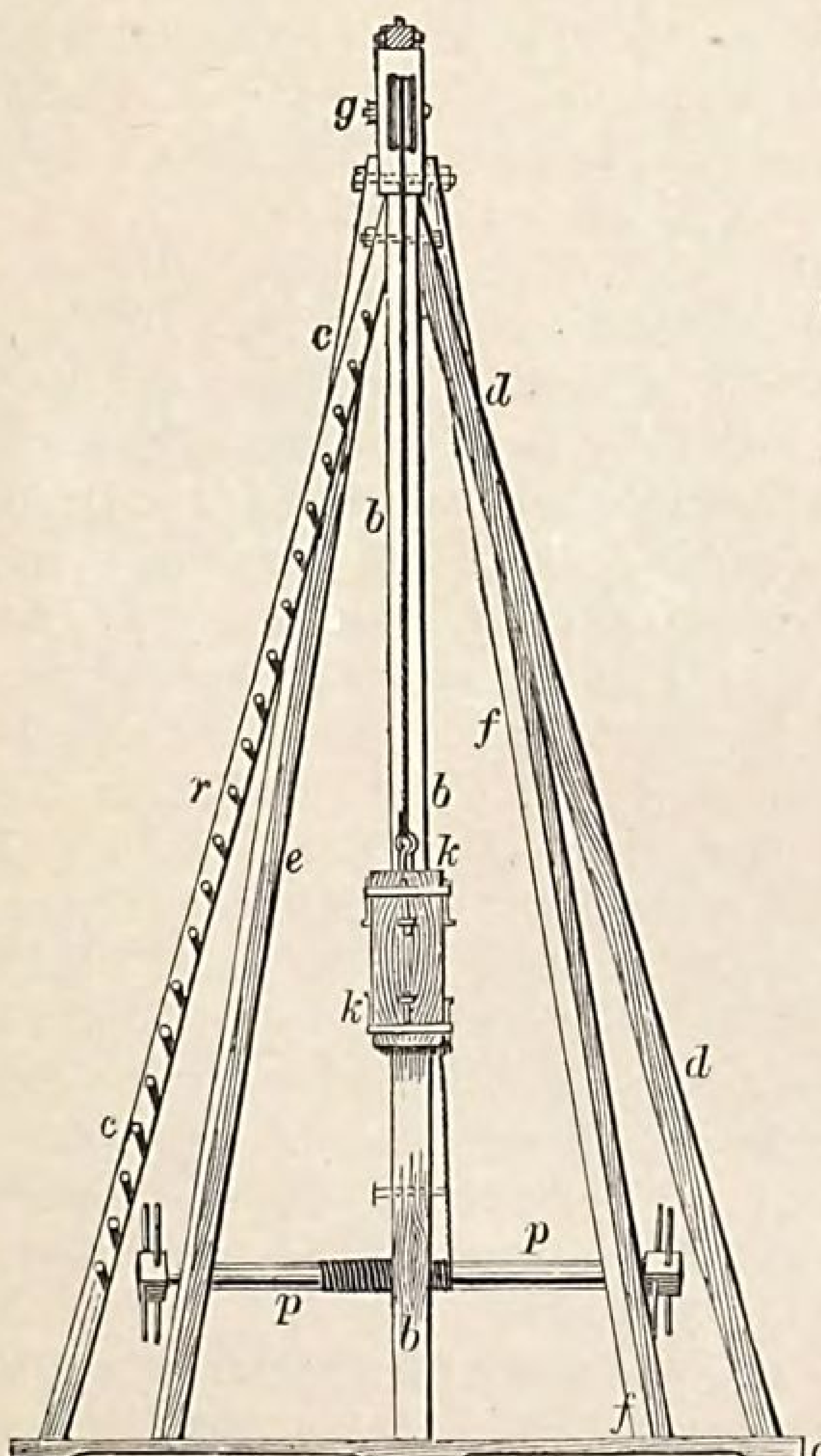
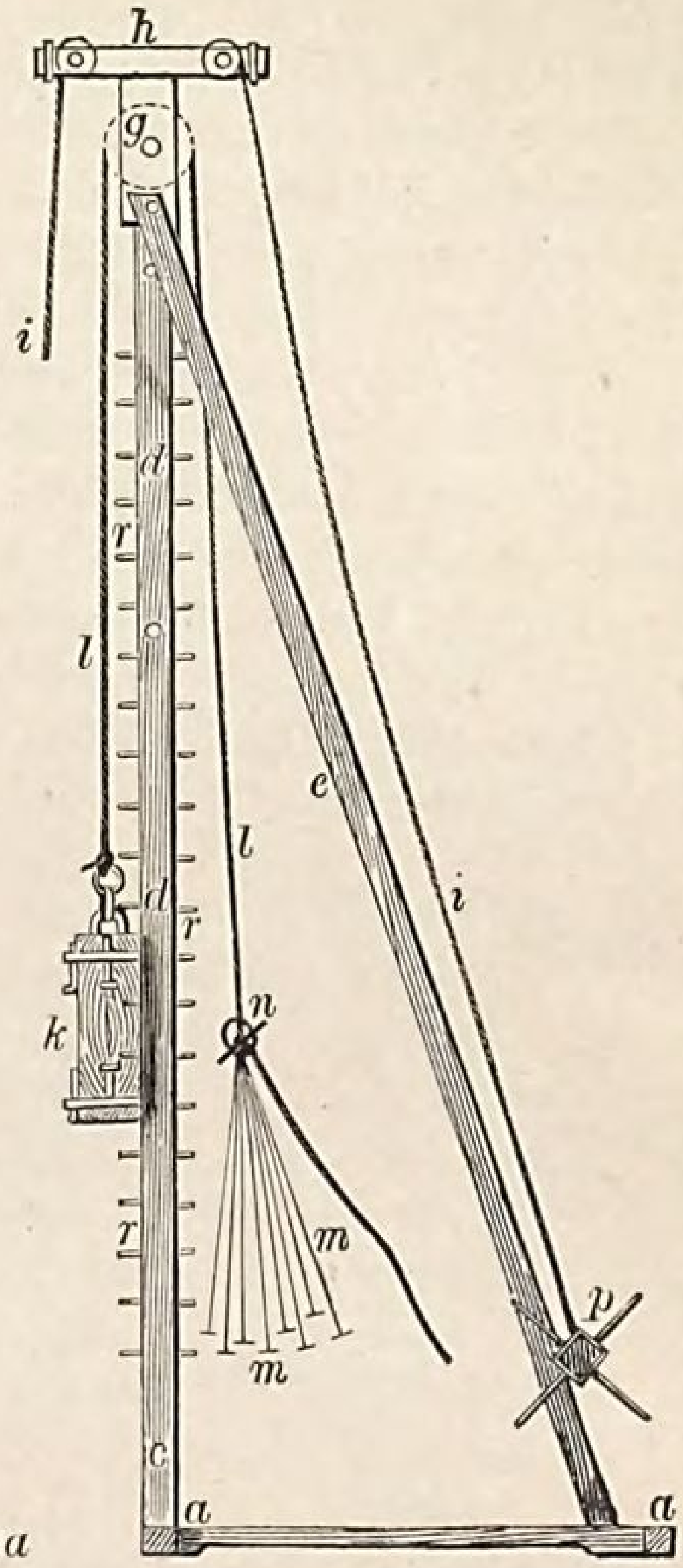


Fig. 203.



der linksseitigen Strebe *c* dienen den Arbeitern zum Auf- und Absteigen, beim Schmieren der oberen Rollen etc.

Die Zuglänge (die Hubhöhe) des Bären beträgt bei der Zugramme circa 4 Fuss ($1\frac{1}{4}$ Meter), während die Gerüsthöhe bei etwa 30 Fuss ($9\frac{1}{2}$ Meter) langen Pfählen ungefähr 45 Fuss (14 Meter) ist. Die Rammscheibe *g* erhält mindestens 18 Zoll (47 Centimeter Durchmesser). Bestimmte, namentlich mit Abbildungen begleitete Angaben über bemerkenswerthe Kunstrammen habe ich in keinem älteren Werke als in den vorher (S. 231) citirten Pariser Memoiren

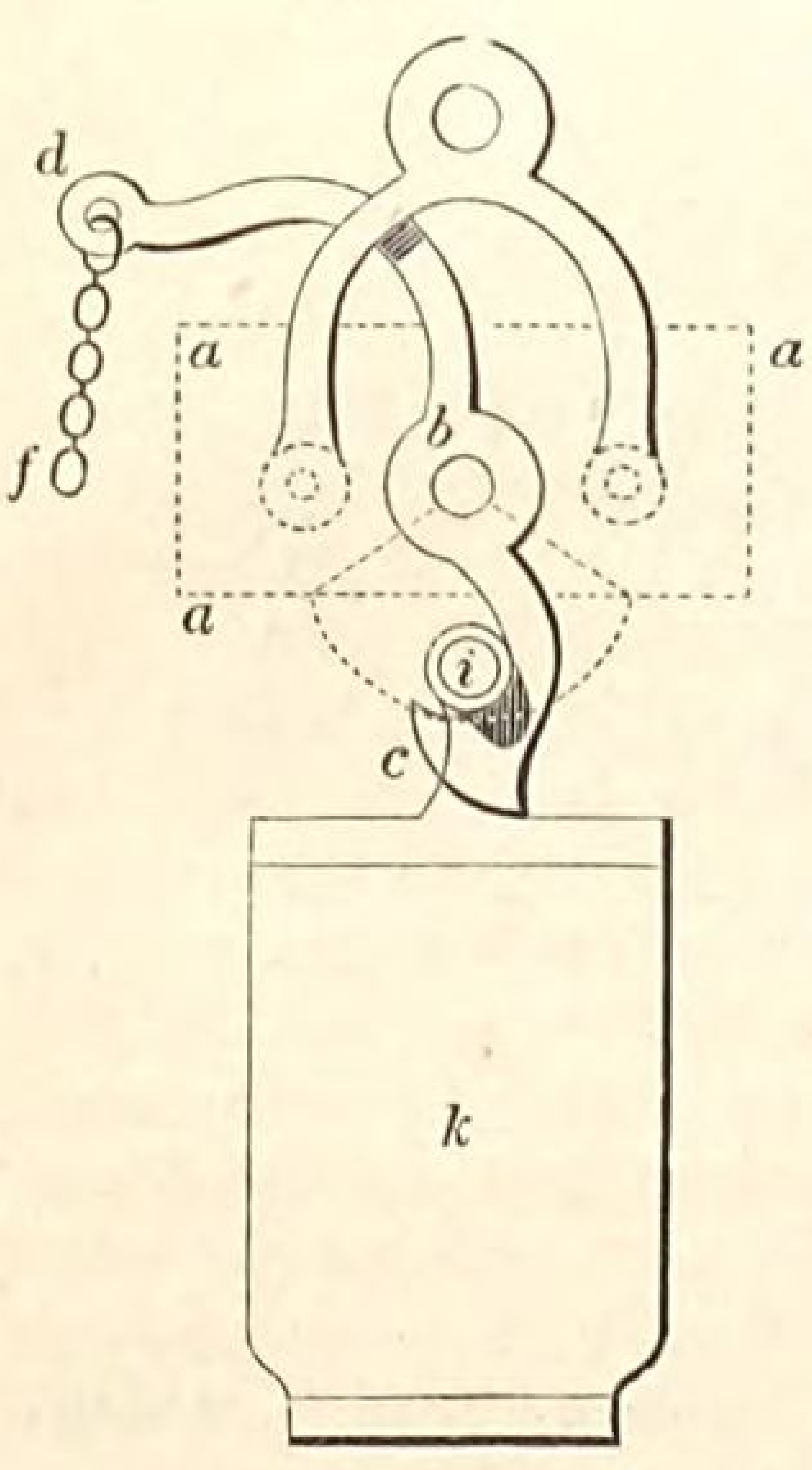
1) Eine Ramme mit zwei Läuferruthen ist in der folgenden Fig. 211 abgebildet.

vom Jahre 1707 finden können. Hier schlägt de la Hire (a. a. O. S. 189) vor, bei den durch grosse Laufräder (Bd. 1, S. 238) zu betreibenden Kunstrammen für den Fall, dass das Rammtau durch einen Umstand oder Zufall schlaff wird, die der Arbeit entgegengesetzte Drehung des Laufrades durch ein in letzteren einfallendes Sperrwerk zu verhindern, natürlich vorausgesetzt, dass Menschen im Laufrade thätig sind.

Camus (a. a. O. S. 3) empfiehlt, ebenfalls unter Beifügung von Abbildungen, eine stehende Winde (einen Göpel), woran Menschen wirken, zum Betriebe einer Kunstramme, wobei er jedoch den oberen Theil der stehenden Welle (ähnlich wie bei einem cylindrischen Korb für Treibseile) von dem unteren Theile lösen kann, sobald man den zur erforderlichen Höhe gehobenen Bär frei fallen lassen will, der dann allerdings das Rammtau ungehindert mit dem Korbe laufen lässt. Nach dem Aufschlagen des Bären auf dem Pfahlkopfe wird die Verbindung zwischen dem oberen Wellthheile (dem Korbe) und dem unteren durch ein geeignetes Klinkwerk wieder hergestellt.

Kunstrammen mit zwei Läufern durch stehende Winden (Göpel) oder Laufräder betrieben, beschreibt und bespricht ausführlich Leupold (a. a. O. S. 118). In einem besonderen Falle wird namentlich empfohlen, den 10 Cntr. und mehr Gewicht habenden Bären durch im Laufrade thätige Menschen auf 24 Fuss Höhe aufzuziehen, wobei allerdings pro Stunde nicht mehr als 15 Schläge erfolgen könnten. Bei diesen Rammen finden sich bereits verschiedene Methoden, die Verbindung zwischen Bär und Rammtau zu lösen, sobald ersterer auf die erforderliche Höhe gehoben ist. Leupold empfiehlt besonders die in Fig. 204 skizzirte Anordnung. Das Rammtau ist hier nicht mit dem Bären k, sondern mit einem besonderen Körper aa aus Holz oder Eisen (Katze, Fallblock) verbunden. An letzterem Körper befindet sich ein um b drehbar gemachter Haken bdc, der um einen geeigneten Zapfen i am oberen Ende des Bären fassen und diesen an der Katze aufhängen kann. Behuf des Auslösens hat dieser Haken einen Gegenarm bd, an dessen äusserstem Ende eine Zugkette f angebracht ist etc.

Fig. 204.



Leupold hebt dabei ganz besonders hervor, dass der Haken bei c nach innen, dem Zapfen i am Bärkopfe entsprechend, so ausgehöhlt sein müsse, dass die betreffende krumme Fläche zum Mantel eines Cylinders gehört, dessen Achse sich im Drehpunkte b des Hakens und normal zur Bildfläche der Figur befindet.

Belidor beschreibt (und erläutert durch Abbildungen) verschiedene Anordnungen von Zug- und Kunstrammen, unter anderen auch solche, welche auf Schiffen (Pontons, Prahmen, Böten etc.) aufgestellt werden können und als schwimmende Rammen arbeiten müssen (a. a. O. S. 27 mit Abbildungen auf Tafel X und XI, Cap. VI).

In einem besonderen Abschnitte (a. a. O. Cap. VIII. S. 32) macht Belidor auf eine Kunstramme mit zwei Läuferruthen aufmerksam, welche nach den Angaben des Londoner Uhrmachers Vauloué construirt, beim Baue der Westminsterbrücke mit Erfolg in Anwendung gebracht wurde. Besonders gerühmt wird dabei die in Fig. 205 und 206 skizzirte Hakenanordnung, womit die Oehse des Bären von zwei Seiten gefasst werden kann und daher Zange genannt wird. Diese Zange *aced*, deren Drehbolzen *b* ist, steckt in einer eisernen Kappe (Katze) *iklm*, die mittelst eines Bügels *pqr* (Fig. 206) am Rammtaue aufgehangen ist. Damit sich die Zange nach Erfassen des Bären gehörig schliesse, ist zwischen ihren beiden Armen *ab* und *bd* eine bei *h* angeschweisste Feder *gh* angebracht, wodurch die oberen Armenden *a* und *d* gezwungen werden, auseinander zu gehen, die unteren *c* und *e* aber sich zu schliessen.

Fig. 205.

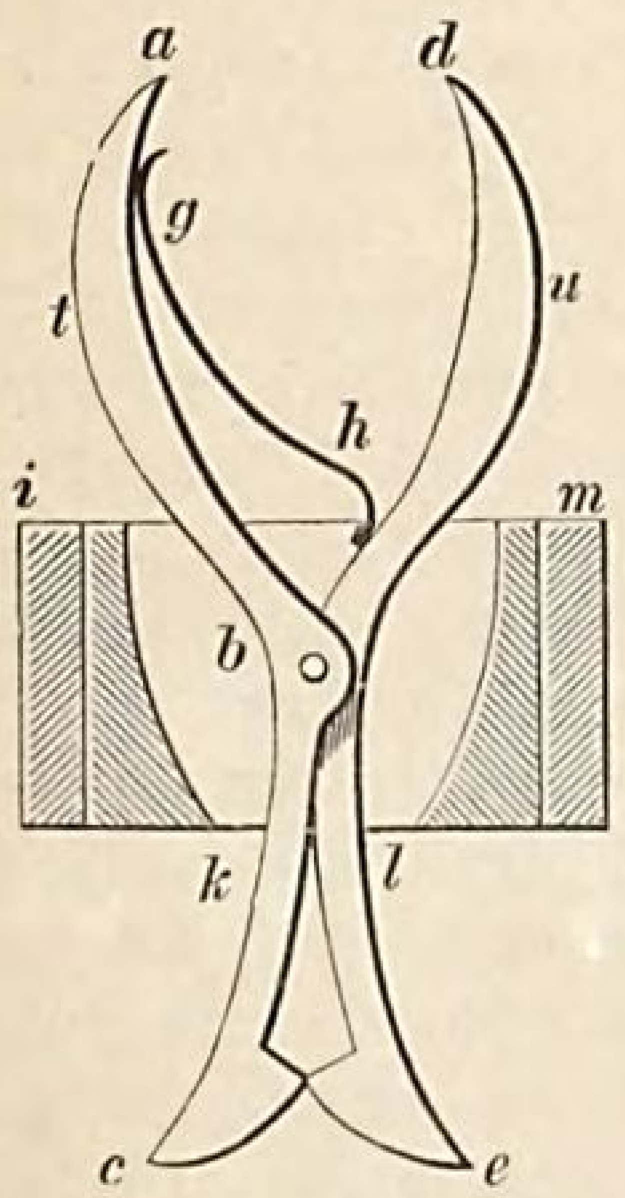
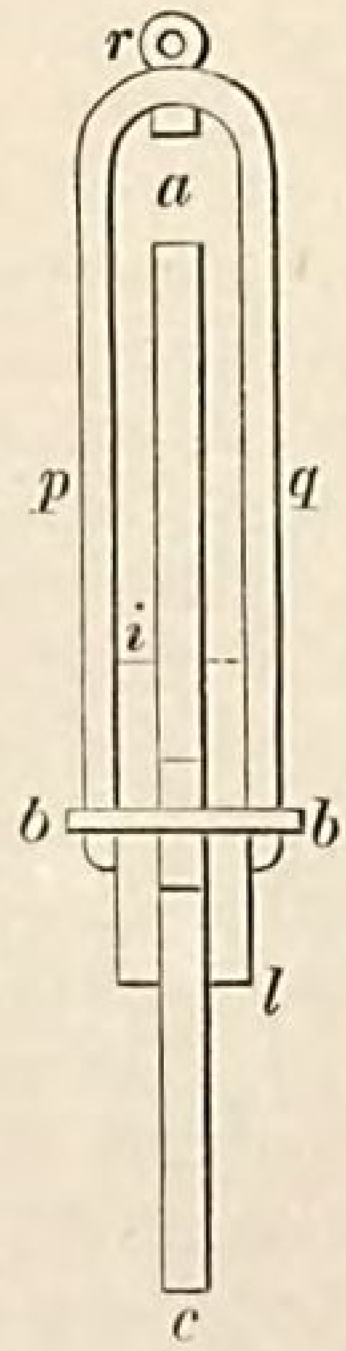


Fig. 206.



Wenn dann die Zange mit dem von *c* und *e* gefassten Rammbär aufwärts gezogen wird, so gerathen die Armenden *a* und *d* in einen festen Bügel hinein, dessen lichte Weite jedoch kleiner ist als die grösste Breite *tu* der gekrümmten Arme. Gelangt daher die Stelle *tu* zwischen den Bügel, so öffnet sich die Zange und der Bär kann frei herabfallen. Um hierauf Katze und Zange ebenfalls zum abermaligen Fassen des Bären herabgehen zu lassen, löst man bei der genannten Londoner Ramme (des Valoué), wie schon bei den Belidor'schen Rammen erörtert, den Obertheil (Korb) der stehenden, durch Menschen betriebenen Winde, indem man an einem Klinkwerke anfasst, derart, dass sich beim Herabfallen der Katze wiederum nur der Korb nach der entgegengesetzten Richtung dreht, als nach welcher die Winde für den Aufzug des Bären bewegt werden musste, die Winde selbst aber während der Fallzeit völlig still steht.

Perronet wendete beim Baue der Neuilly-Brücke Kunstrammen mit zwei Läufern an, zwischen denen sich die eisernen Bären bewegten[1]). Zwischen Bär und Rammtau hatte Perronet die einfache Hakenklinke (Fig. 204) eingeschaltet, die durch einen besonders hierzu angestellten Arbeiter

1) Am ausführlichsten beschrieben und durch Abbildungen erläutert (nächst dem Perronet'schen Werke „Description des Ponts“ etc. selbst) in Gilly und Eytelwein's „Wasserbaukunst“, Heft 1, S. 35, Tafel V, Fig. 55 bis 57. Auf derselben Tafel (Fig. 59) ist auch ein von Rothe zu Gohlis bei Leipzig (1781) angegebener Kupplungs- und Lösungs-Mechanismus zwischen Bär und Rammtau gezeichnet, der fast ganz mit der Bd. 1, Fig. 3 abgebildeten Sperrrad-Verbindung bei Uhren übereinstimmt.

rechtzeitig gelöst wurde. (Perronet bezeichnet diese Ramme mit dem Namen Sonnette à declic). Zum Erheben des Bären wurden Pferde benutzt, die man an ein Seil gespannt hatte, welches mehrere Male um ein grosses verticales Rad (von 50 Fuss) Durchmesser geschlungen war, während sich das Rammtau von der Welle dieses Rades abwickelte. Der Perronet'sche Bär hat ein Gewicht von 12 bis 19 Cntr. und dessen grösste Fallhöhe betrug 27 Fuss, die ganze Gerüsthöhe 33 Fuss etc.

Erwähnt zu werden verdient es noch, dass Perronet beim Baue der Brücke zu St. Maixence[1]) die Ramme durch ein Wasserrad treiben liess. In England hatte man wiederholt Rammen durch stationäre Dampfmaschinen betrieben, bis 1844 der englische Maschineningenieur James Nasmyth zu Patricorff bei Manchester die Idee verwirklichte (nach dem Muster des nach ihm benannten Dampfhammers)[2]) den Rammbär durch directe Einwirkung des Dampfes zu heben[3]). Die erste Nasmyth'sche Dampframme gelangte im Sommer 1845 beim Baue des Hafens zu Devonport zur Anwendung und zwar mit ausserordentlich günstigem Erfolge. Letzterem entsprechend bezog man eine gleiche Maschine zu den betreffenden Bauarbeiten der Weichselbrücke bei Dirschau, deren Beschreibung und Abbildung die bereits oben (S. 232) notirte Quelle (nach den Mittheilungen des Oberbauraths Lentze) enthält und der wir auch die Fig. 207 bis 209 entlehnten. Wir verweilen erst bei Fig. 207, die ganze Anordnung übersichtlich in der Seitenansicht darstellend.

aa ist ein eisernes Gehäuse, woran man den Dampfcylinder *b* befestigt hat, während ersteres über den Kopf des einzurammenden Pfahles *i* so gestülpt ist, wie dies die Detailfiguren 208 und 209 ohne Weiteres erkennen lassen. Von einem Dampfkessel *d* aus, der sich mit der ganzen Maschinerie auf einem fahrbaren Gerüste *guvw* befindet, geht eine Röhrenleitung *ccc* nach dem Cylinder *b* und führt unter dessen Kolben *r* (Fig. 208 und Fig. 209) den zum Erheben des Bären erforderlichen Dampf.

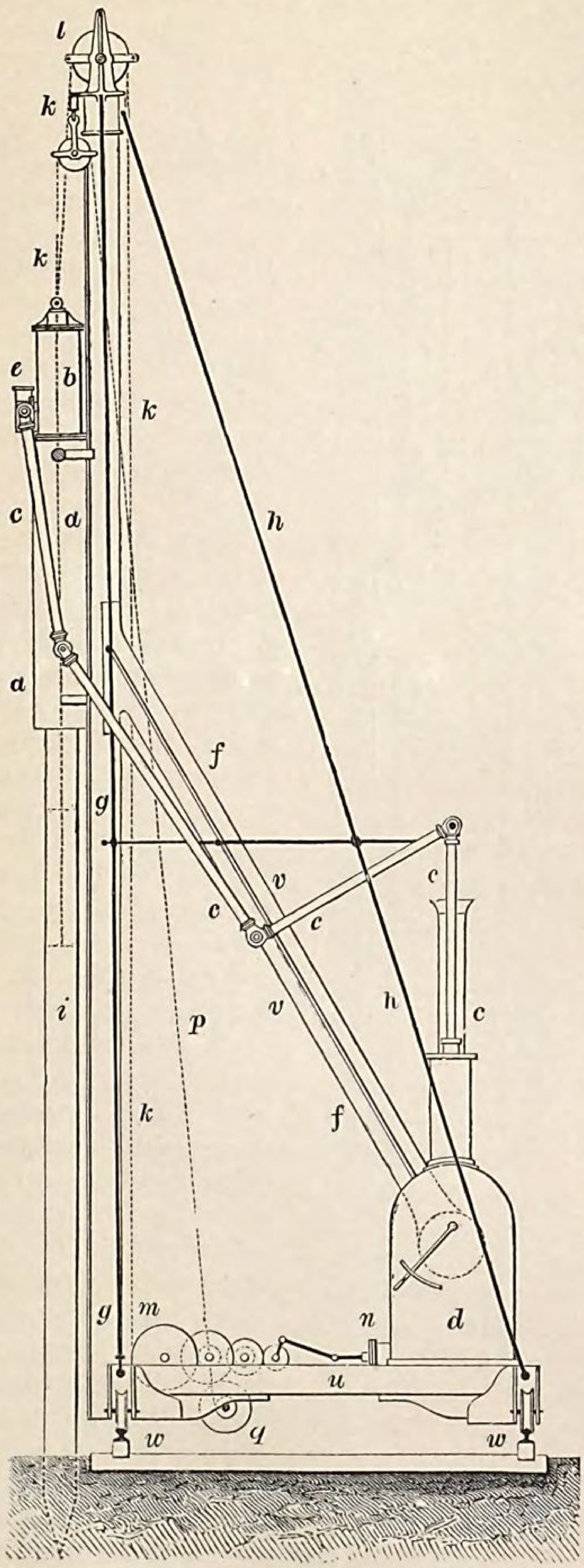
Dass die vier Theile, welche die gesammte Rohrleitung *cc* bilden, an ihren Winkelpunkten charnierartig vereinigt sind, ohne daselbst Dampf durchzulassen, bedarf wohl kaum der Bemerkung, indem der Dampfcylinder *b* und das Gehäuse *a* mit dem in das Erdreich dringenden Pfahle *i* zugleich niedergehen muss, ohne deshalb die Dampfzuführung zu unterbrechen. *k* ist eine Kette, welche vom Dampfcylinder *b* aus über die Rammscheibe *l* zur Kettentrommel (Rammtrommel, Haupttrommel) *m* geführt ist. Eine besondere kleine Dampfmaschine mit horizontalliegendem Cylinder *n* auf der Plattform *u* des Gerüstes, windet nach Bedürfniss die Rammmaschine mittelst der Kette *k* und

1) Déscription des Ponts etc. Oder in der Dietlein'schen Uebersetzung der Perronet'schen Werke. (Halle 1820), S. 159.

2) Die Geschichte des Nasmyth'schen Dampfhammers hat der Verfasser seiner Zeit für die Mittheilungen des Hannover'schen Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1863, S. 238 etc. bearbeitet, wobei besonders auf eine Note S. 243 (daselbst) zu verweisen sein dürfte.

3) Patent Specification vom 4. Januar 1844 („Certain Improvements in Machinery or Apparatus for Driving Piles“). Dingler's polytech. Journal, Bd. 94, S. 9.

Fig. 207.



der Trommel *m* auf die erforderliche Höhe, zieht ferner mittelst einer zweiten Trommel *q* und einer anderen Kette *p* den einzuschlagenden Pfahl *i* auf, bewegt das Rammgerüst *gfuv* auf einer Eisenbahn *ww* nach der Stelle des einzuschlagenden Pfahles und versieht den Dampfkessel mit dem nöthigen Speisewasser.

Bemerkt zu werden verdient noch, dass die einzige hier vorhandene Läuferruthe, woran das Gehäuse *a* in eisernen Federn gleitet, in unseren Figuren mit *g* bezeichnet ist und dass die untere Oeffnung des Gehäuses den passend bearbeiteten Kopf des Pfahles *i* aufnimmt, um diesen während seines Eindringens richtig geführt zu erhalten. Naturgemäss ist vor dem Beginn des Rammens die Kette *k* zu lösen, mit der die Rammmaschine *a b* hinaufgezogen wurde.

In der Stellung aller Theile der eigentlichen Rammmaschine, wie solche Fig. 208 erkennen lässt, tritt der frische Dampf aus dem Steuerkasten $\varkappa$ unter dem Kolben *r* im Cylinder *b* und erhebt mit dem Kolben den Rammbär *t*, welcher mit ersterem durch die Stange r^2 vereinigt ist. Ehe der Rär seinen Hub vollendet hat, ergreift er mit einer schrägen Fläche $\alpha\,\alpha$ den längeren Arm β eines um γ drehbaren Hebels $\beta\gamma\delta$, dessen kürzerer

Arm $\gamma\delta$ in einen Schlitz des nach unten verlängerten Dampfschiebers fasst und letzteren in seine tiefste Stellung (Fig. 209) bringt, wobei der Dampf den Cylinder b wieder verlässt und ins Freie entweicht etc., während der Zufluss aus dem Dampfkessel abgesperrt ist. In der bemerkten (tiefsten) Lage wird der Dampfschieber durch eine unten in die Steuerstange ε^2 einfallende Klinke η gegen den Dampfdruck gehalten, der ununterbrochen auf einen oben angebrachten Kolben λ wirkt.

Fig. 208.

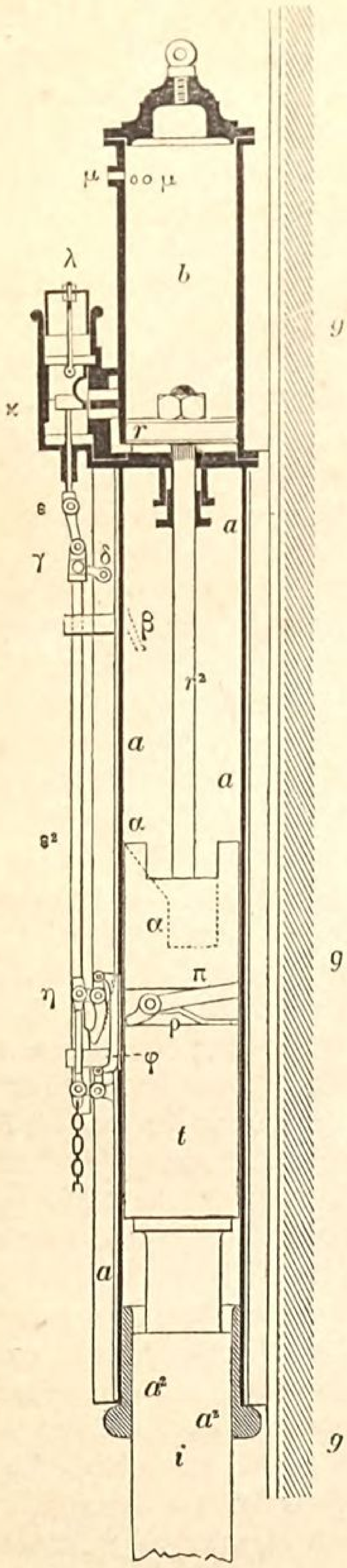
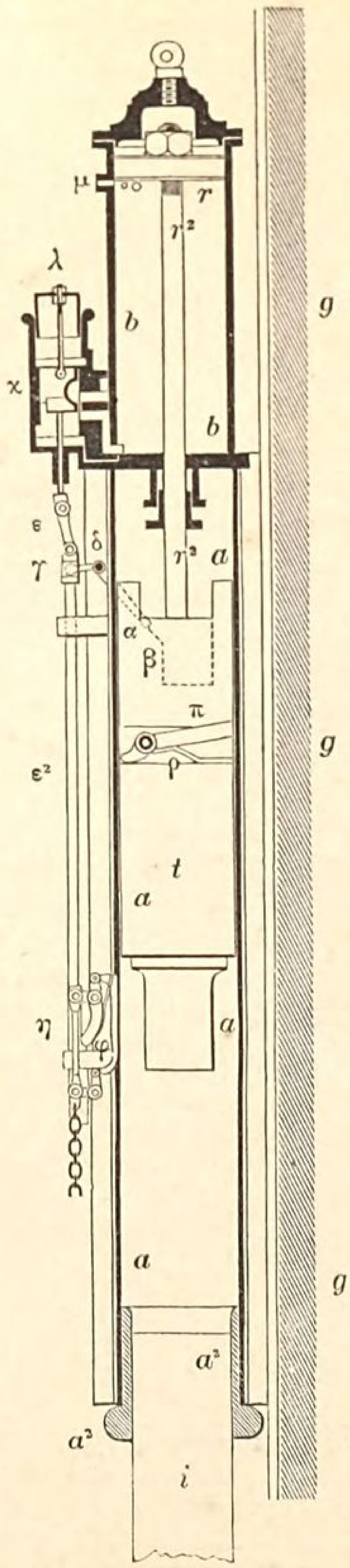


Fig. 209.



Unterdess erreicht der Bär t seinen höchsten Stand. Die atmosphärische Luft, welche vor dem Aufgange in dem Dampfcylinder über dem Kolben befindlich war, ist theils durch Oeffnungen $\mu\mu$ (oben) im Cylinder b entwichen, theils in dem oberen Raume des Dampfcylinders zusammengepresst worden und hat das Niederfallen des Bären befördert.

In dem Augenblicke, wo letzterer den Pfahlkopf trifft, überwindet der innerhalb des Rammbärs t angebrachte Hebel π den Druck einer Stahlfeder ϱ mittelst des dem Bären innewohnenden Beharrungsvermögens und kommt wieder in die in Fig. 208 gezeichnete Lage. Dabei tritt der linke kurze Arm des Hebels π über die äussere Fläche des Rammbären hinaus und löst mittelst einer Schiene (eines Bügels) φ die Sperrklinke η, worauf der Dampf sofort die Stange $\varepsilon^2\varepsilon$ und damit den

Dampfschieber in seine oberste (Fig. 208 gezeichnete) Stellung hebt und in den Cylinder b strömt, um den Bär von neuem zu heben.

Aus letzterem ergiebt sich, dass sich das Zuführen und Absperren des Dampfes unabhängig von der Hubhöhe des Dampfkolbens und Rammbärs regelt, was sehr wichtig ist, weil das mehr oder weniger tiefe Eintreten des Pfahlkopfes in das Rammgehäuse a (da wo bei $a^2 a^2$ an letzterem Backen angebracht sind, welche den Kopf umfassen), wegen des mit dem Rammen vor sich gehenden Zusammenpressens der Holzfasern, nicht zu vermeiden ist.

Bei vorbeschriebenem Exemplar der Nasmyth'schen Dampframme beträgt das Gewicht des Bären t, der Kolbenstange und des Kolbens r zusammen 28 Centner, das Gewicht des Dampfcylinders b aber mit dem Gehäuse a etwa 40 Centner. Die grösste Hubhöhe ist 34 Zoll, wobei aber der Dampfzufluss schon nach einer Hubhöhe von 24 Zoll abgesperrt wird und das Entweichen des Dampfes bei 25 Zoll Hub eintritt.

Gewöhnlich (bei reichlich $4\frac{1}{2}$ Atmosphären Dampfdruck im Kessel und bei 13 Zoll rheinisch Durchmesser des Dampfkolbens r) macht die Ramme 60 bis 70 Schläge pro Minute und beendet das Einrammen durchschnittlich in 10 Minuten mit etwa 600 Schlägen[1]).

Nach Vollendung der Dirschau-Weichsel-Eisenbahn-Brücke arbeiteten (von 1858—1859) dieselben Dampframmen mit ebenso grossem Erfolge beim Hafenbaue zu Geestemünde, worüber in der unten citirten Zeitschrift berichtet wird[2]).

Zu bedauern sind die hohen Anschaffungskosten einer solchen Dampframme, sowie der Umstand, dass man das ganze Werk nur selten völlig auszunutzen vermag. Beide Gründe mögen wohl eine wesentliche Ursache mit gewesen sein, dass man sich fortwährend bemühte, die Nasmyth'sche Ramme durch andere zu ersetzen oder diese selbst zu verbessern.

Unter anderem hat man sich bemüht, pneumatische Rammen zu construiren und zwar entweder solche, wobei der Bär mittelst comprimirter Luft gehoben wird[3]), oder solche, wobei man einen luftverdünnten Raum bildet und

1) Diese Resultate entsprechen Versuchen, welche der Oberbaurath Lentze mit Pfählen aus starkem Kiefernholze von 12 Zoll (rhein.) im Quadrat erhielt, welche er im sandigen, mit etwas Lehm gebundenen, trockenen Boden eintrieb, der weiterhin eine grosse Widerstandsfähigkeit zeigte. Bei den ersten Schlägen drangen die Pfähle 1 bis $1\frac{1}{3}$ Fuss, dann beträchtlich weniger, und im Ganzen 16, 18 und beziehungsweise 20 Fuss tief ein.

2) Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XI (1865), S. 221 u. 222. Hierselbst lautet u. A. das Urtheil (des Oberbauraths Buchholz) folgendermassen: „Nach entsprechender Einübung der Maschinenleute haben drei Nasmyth'sche Dampframmen Ausserordentliches geleistet, so dass nur durch ihre Verwendung, abgesehen von Zeit und Kostenersparung, das vorgesteckte Ziel zu erreichen gewesen ist. Die neben diesen drei Dampframmen gleichzeitig in Thätigkeit gewesenen 12 Stück Kunstrammen mit Menschenbetrieb und mit Bären von 16 Cntr. Gewicht konnten die 24füssigen Querspundwände nicht genügend bewältigen, so dass die Nachhülfe der Dampframmen dabei nothwendig gewesen ist".

3) Soutter's und Hammond's pneumatische Pfahlramme. Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 101 (1846), S. 409.

den Bär durch den auf die Gegenseite eines Kolbens wirkenden Druck der atmosphärischen Luft zum Aufsteigen veranlasst[1]). Beide Gattungen von Rammen sind wahrscheinlich zufolge des bekannten Nichtdichtungsübels bei allen pneumatischen Maschinen wieder verlassen worden.

Besseren Erfolg scheint eine von Schwartzkopf in Berlin versuchte Veränderung der Nasmyth'schen Dampframme gehabt zu haben, dahin gehend, wie bei dem Daelen'schen Dampfhammer[2]), die Kolbenstange (r^2 Fig. 208 und 209) derartig zu verstärken, dass mit Zuziehung einer passenden Steuerung der zum Kolben- und Bärhube verwandte (Unter-) Dampf vor dem Abblasen nochmals als Oberdampf benutzt werden kann, um dadurch die Schlagwirkung des Bären (unter sonst gleichen Umständen) um das Doppelte (?) zu vergrössern[3]).

Riggenbach[4]) suchte die Nasmyth'sche Dampframme durch Anwendung des Principes des Condie'schen Dampfhammers[5]) zu verbessern, indem er den Cylinder der Betriebsdampfmaschine beweglich und den Kolben fest (unbeweglich) machte. Hierbei ist die Kolbenstange hohl und gelangt nur durch diese Höhlung (Bohrung) der Dampf in den Cylinder und zwar stets in den über den Kolben befindlichen Raum, weil der Dampf nur den Zweck hat, den Cylinder zu heben, welcher nach der entgegengesetzten Richtung durch sein eigenes Gewicht niederfällt. Dass unter diesen Umständen die Kolbenstange unveränderlich fest mit dem Pfahle verbunden sein musste, versteht sich wohl von selbst. Wenn bei dieser Ramme der den Bär bildende Dampfcylinder aufstieg, so füllte sich der Raum über dem Kolben mit Dampf von der Kesselspannung, bis zwei nach Aussen mündende Kanäle an der Dampfcylinderwand bloss gelegt wurden und der Dampf Gelegenheit fand in die freie Luft zu entweichen. In Folge des Beharrungsvermögens geht aber der Cylinder noch um einen gewissen Betrag in die Höhe und bewirkt dadurch eine Kompression der oberhalb des Kolbens befindlichen atmosphärischen Luft. Diese comprimirte Luft wirkt beim Niedergange (dem Fallen) des Dampfcylinders durch ihre Expansion und ertheilt dem Cylinder (Bären) eine vergrösserte Anfangsgeschwindigkeit. Bei Rammarbeiten am neuen Bahnhofe in Biel (Schweiz) soll sich (nach den Angaben unserer Quelle) diese Maschine recht gut bewährt haben.

In den ersten Jahren der Existenz dieser Maschine scheint deren Prinzip keine weitere Verwendung gefunden zu haben, vielmehr war man bemüht, indirekt wirkende Dampframmen zu construiren, wobei man in der Regel eine Kette als Transmissionsmittel der Dampfkraft zum Bären in Anwendung bringt.

1) Clarke und Varley's „Atmosphärische Ramme". Bornemann's Zeitschr. der Ingenieure, Bd. II. (Erste Reihe), S. 279.

2) Rühlmann, „Zur Geschichte der Dampfhämmer". Mittheil. d. Hannov. Gewerbe-Vereins, 1863, S. 243.

3) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. IV. Jahrg. 1860, S. 224. (Abbildungen, Beschreibung und eine Theorie des Dampfhammers von Knop).

4) Annales des Mines, Tom. V (6. Serie), 1864, p. 329 und hieraus im Polytechn. Centralbl., Jahrg. 1865, S. 219.

5) Rühlmann, a. a. O. S. 242.

Eine bemerkenswerthe Maschine letzterer Gattung führte gegen Mitte der 60er Jahre L. Schwartzkopf in Berlin aus[1]), indem derselbe eine auf vier Rädern ruhende 12pferdige Locomobile zum Aufziehen eines Bären von 12 Cntr. Gewicht benutzte, zwischen Rammtau und Locomobile aber eine Frictionswinde mit zwei Trommeln einschaltete, wovon die eine zur Aufnahme des Rammtaues, die andere zum Auf- und Abwickeln eines zweiten Seiles zum Aufziehen, Richten etc. der Pfähle diente, mit anderen Worten, man vereinte eine Rammbärwinde und eine Pfahlwinde auf derselben Welle.

Auf letzterer (zwischen den beiden genannten Trommeln) hatte man die passive Scheibe einer Cissold'schen Keilkette (Bd. 2, S. 604, Note 1, zweite Aufl.) befestigt deren active Scheibe auf die Schwungradwelle der Lokomobile gekeilt war. Je nachdem man nun (von einem Handspillenrade mit Schraube aus) die eine oder andere der beiden genannten Trommeln gegen die (grosse) passive Kettenscheibe presste, die linke oder rechte Reibungskupplung in Thätigkeit setzte, bewirkte man beziehungsweise das Erheben des Bären oder setzte die Pfahlwinde in Thätigkeit[2]).

Bemerkt wird in unserer Quelle, dass diese Gattung von Kunstrammen sich neben der Nasmyth'schen direct wirkenden Dampframme nicht nur behauptet, sondern sich vor derselben durch bequeme Handhabung und leichte Transportirbarkeit ausgezeichnet habe.

Fast um dieselbe Zeit bemühte sich der damals in Riga angestellte Professor Lewicki das ursprünglich Riggenbach'sche Rammmaschinensystem, durch allerlei Verbesserungen desselben, wieder zur Geltung zu bringen, was diesem Herrn auch schliesslich gelang (Hartig's Civilingenieur, Jahrg. 1876, S. 21 fl.), jedoch nicht in dem Maasse, dass derartige (direct wirkende) Rammmaschinen sich bei den Praktikern beliebt machen konnten, daher auch keine Nachkommenschaft aufzuweisen hatten, vielmehr konstruirte man wieder Kunstrammen mit Dampfmaschinenbetrieb, ohne directe Einwirkung des Dampfes und waren es besonders die Engländer Scott und Robertson, welche speciell für den Bau von Docks an der Mündung des Flusses Blyth[3]) derartige Rammen ausführten und in Anwendung brachten, wobei man überdies von der Ansicht ausging, dass Schläge mit schweren Bären und grosser Hubhöhe wirksamer seien, als verhältnissmässig mehr Schläge (rasch auf einander folgend) mit mässig schweren Bären.

Seit dieser Zeit bemühte man sich in England namentlich solche in-

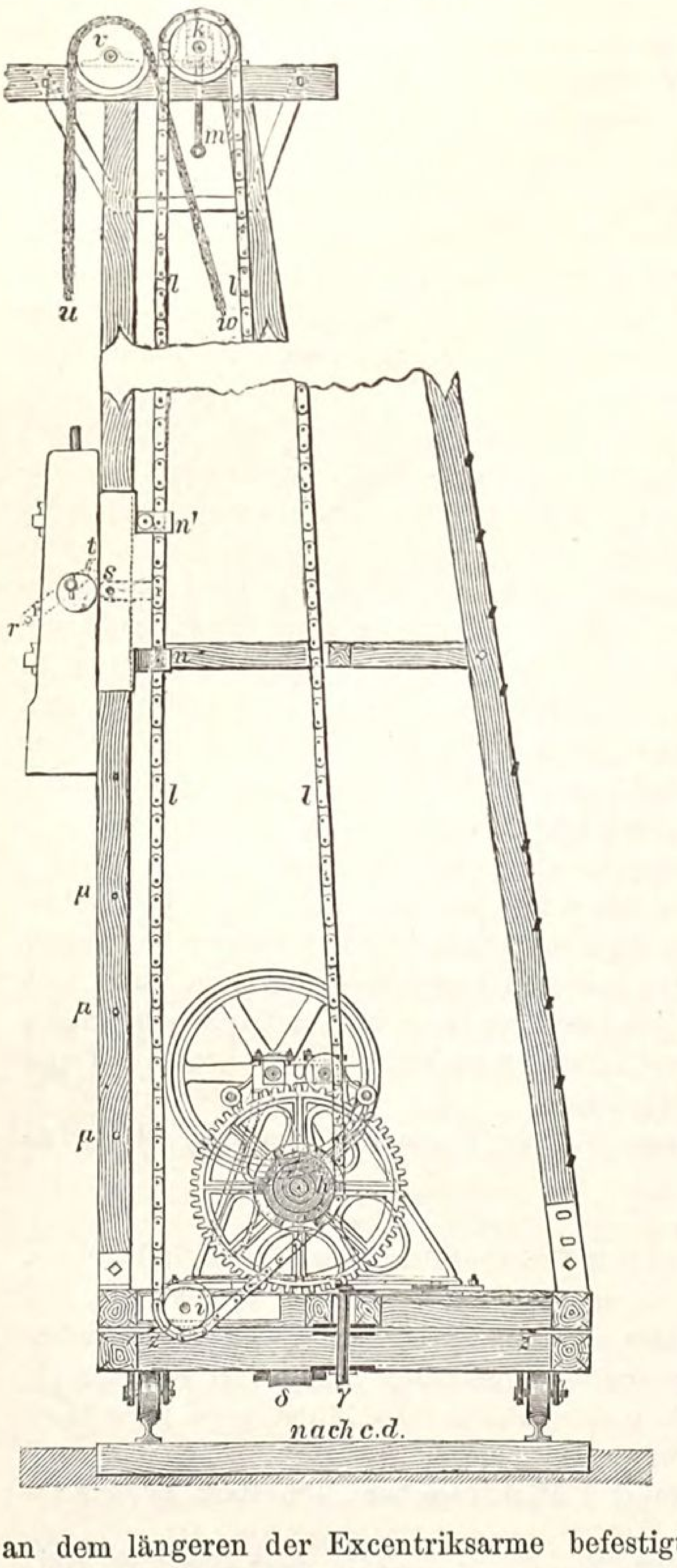
1) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen. 24. Jahrg. (1865), S. 110. Mit schönen Abbildungen auf zwei Kupfertafeln.

2) Nach unserer Quelle schlägt man mit dieser Schwartzkopf'schen Kunstramme täglich 6—10 Pfähle von 50 Fuss Länge ein, wobei sich die gesammten Tageskosten zu 45 Mark oder pro Pfahl im Mittel etwa zu 6 Mark herausstellen. Eine Zugramme würde bei gleicher Leistung 50 Mann Besatzung erfordern, welche, pro Mann zu (nur) 2 Mark gerechnet, 100 Mark an Schichtlohn nöthig machten.

3) Institution of Mechanical Engineers. Proceeding 1857; Pg. 12 (Pile Driver etc. by Scott and Robertson). Hieraus (ohne Quellenangabe) in der schweizerischen Polytechn. Zeitschrift, Jahrg. 1860 (Bd. V), S. 31.

direct wirkende Dampframmen herzustellen, bei welchen das Erheben des Bären durch continuirlich immer in derselben Richtung bewegter Gelenkketten (Gall'sche Ketten) erfolgt, so dass die Dampfmaschine während der Arbeit weder angehalten, noch umgesteuert zu werden brauchte.

Fig. 210.



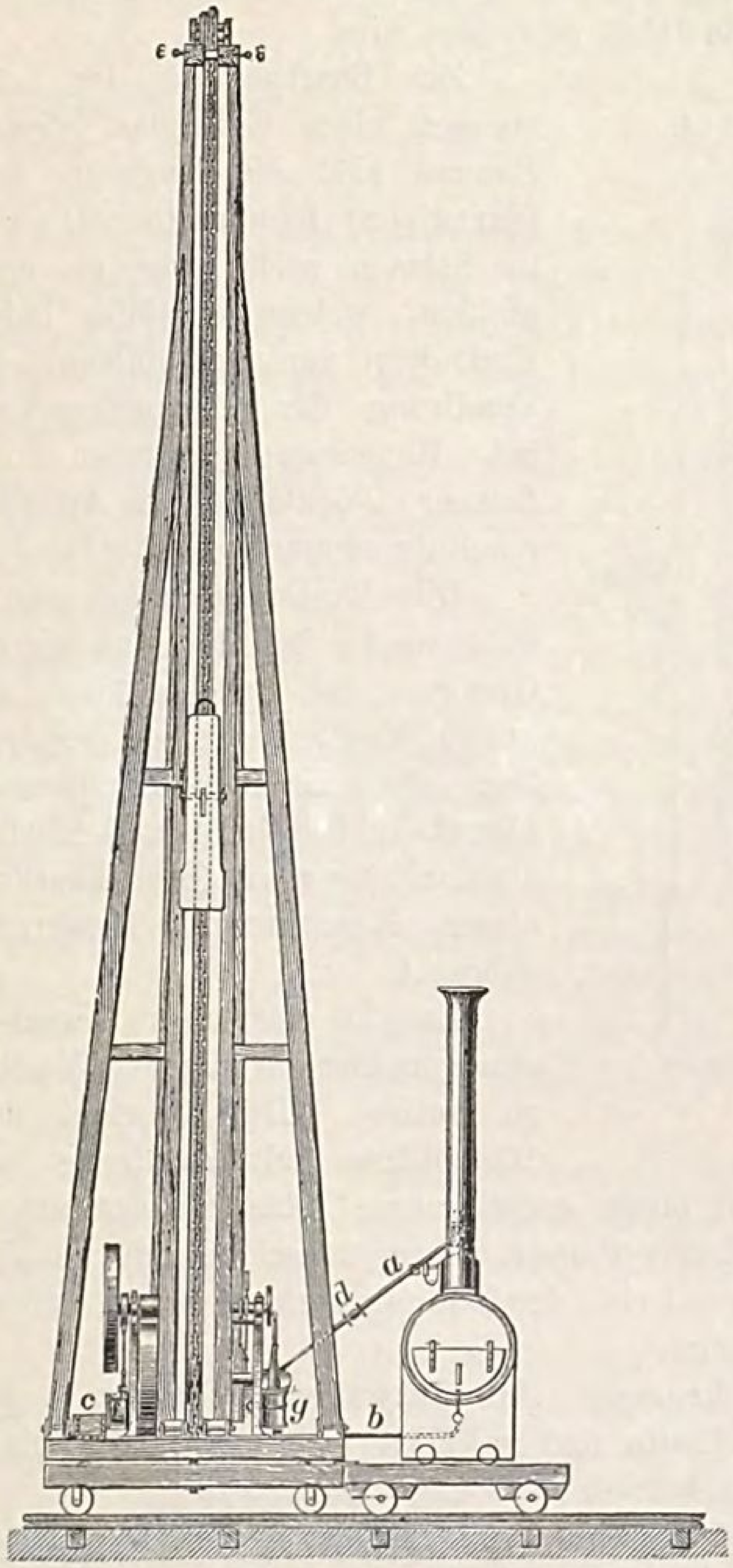
Die seiner Zeit beliebteste Rammmaschinengattung dieser Art war die der Engländer Sisson und White in Hull[1]). Offenbar war die wichtigste hier zu lösende Aufgabe die, den Bären zum Anheben mit der continuirlich bewegten Kette zu vereinigen, dann aber auch denselben rechtzeitig aus dieser Verbindung zu lösen, um sein Herabfallen ungestört geschehen lassen zu können.

Bei der Kunstramme von Sisson und White, Fig. 210, 211, 212, 213, befindet sich zu letzterem Ende im Bären selbst ein mit zwei Armen (einem kurzen und einem langen) versehenes Excentrik, durch dessen geeignete Drehung ein Riegel mit einer Nase derart nach aussen (rechtwinklig zur Bewegungsrichtung der endlosen Kette) verschoben wird, dass diese von dem aufsteigenden Kettenstrange erfasst und der Bär mit in die Höhe genommen werden kann. Ein besonders hierzu angestellter Arbeiter zieht an einem Seile, dessen oberes Ende an dem längeren der Excentriksarme befestigt ist und wodurch die erwähnte

1) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. XII. (1866), S. 418.

Drehung des Excentriks veranlasst wird. Die Auslösung des Bären wird durch einen eisernen Bügel bewirkt, welcher an einer der (hier) vorhandenen zwei Läuferruthen (Mäkler) in derjenigen Höhe befestigt wird, aus welcher man den Bär herabfallen lassen will. Der mit der Kette aufsteigende Bär drückt von unten mit dem kurzen (linken) Arme des Excentriks gegen den erwähnten, im Mäkler befestigten Bügel, dessen Widerstand ausreicht, das Excentrik so zu drehen, dass die Verbindungsnase zwischen Bär und Kette aus dem betreffenden Gliede der letzteren zurückgezogen und damit das Lösen und Herabfallen des Bären bewirkt wird.

Fig. 211.



Aus der in kleinerem Maassstabe gezeichneten Figur 211 erkennt man, dass der Kesseldampf durch das Rohr *a d* in den Dampfcylinder *g* geführt wird. Unter Einschaltung eines Zahnradvorgeleges bewirkt die Dampfmaschine schliesslich die Umdrehung der mit geeigneten Zähnen ausgestatteten Kettenscheibe *h* (Fig. 210). Ueber letztere Scheibe und zwei kleinere Kettenscheiben läuft die endlose Gliederkette, durch welche die Hebung des Bären erfolgt. Noch besser verständlich wird letztere Erklärung durch Betrachtung der Detailfiguren 212 und 213. Das im Bären selbst befindliche Excentrik ist auf der durchgehenden Welle *O* befestigt. An dieser Welle sitzt ein Arm *p S* (Fig. 213), an welchem, und zwar in dem Auge bei *r*, das eine Ende einer starken Hanfleine *v* efestigt ist. Soll nun der Bär gehoben werden, so zieht ein besonders zu diesem Zwecke angestellter Arbeiter an dem freien Ende *v* der Hanfleine, wodurch sich das im Rammbären befindliche Excentrik so weit dreht, dass die Nase *a* des rückwärtigen Armes von der Rammkette *ll* gefasst wird.

Der vorerwähnte eiserne Bügel, durch den die Auslösung aus der Kette bewirkt wird, ist in Fig. 212 mit dem Buchstaben *t* bezeichnet. Der durch die Kette gehobene Bär stösst mit dem durch *S* (Fig. 213) bezeichneten Arme des Excentriks unter den in den Mäkler (Laufbahn des Bären) gesteckten Bügel *t*,

der Arm *S* wird durch den aufwärts strebenden Bären herabgedrückt, dadurch der rückwärtige Excentrikarm ein, dagegen die Nase *a* desselben aus der Kette gezogen und das sofortige herabfallen des Bären veranlasst. Ist der Schlag auf den Pfahl erfolgt, so zieht der Arbeiter wieder an der Schnur *v r*, worauf der Bär sofort wieder in die Höhe getrieben wird.

Fig. 212.

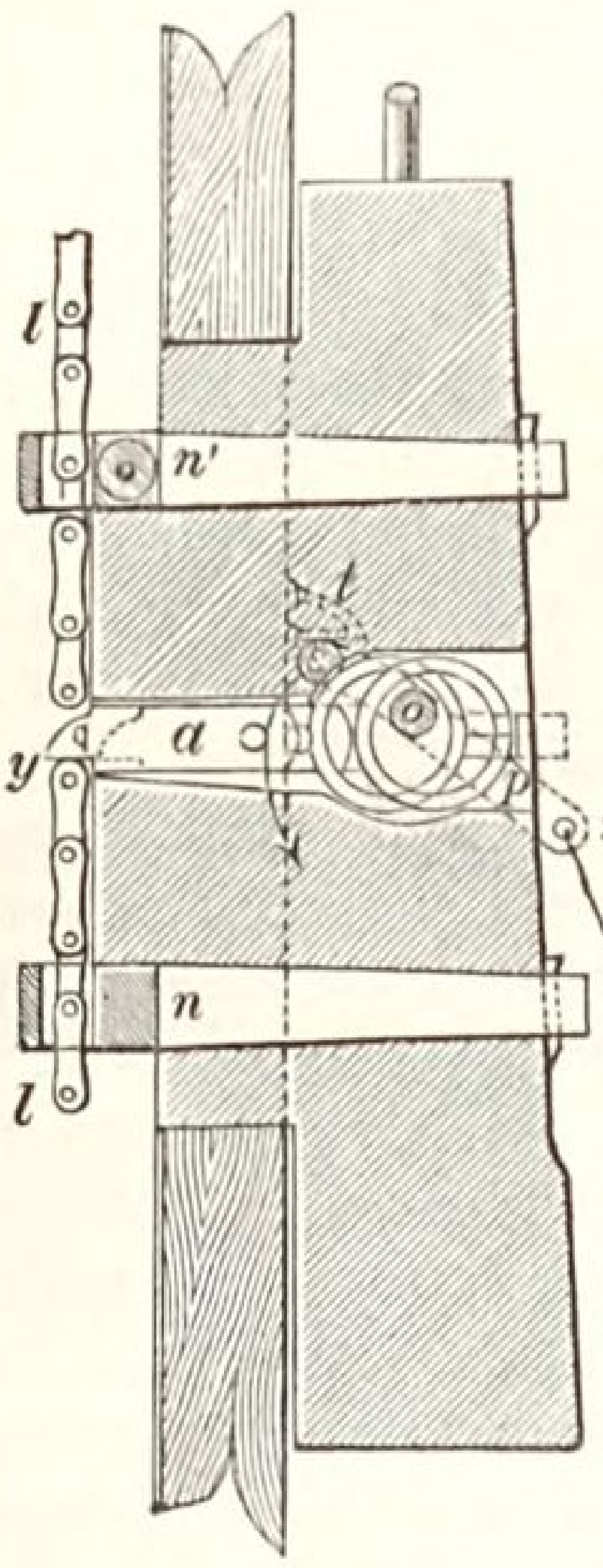
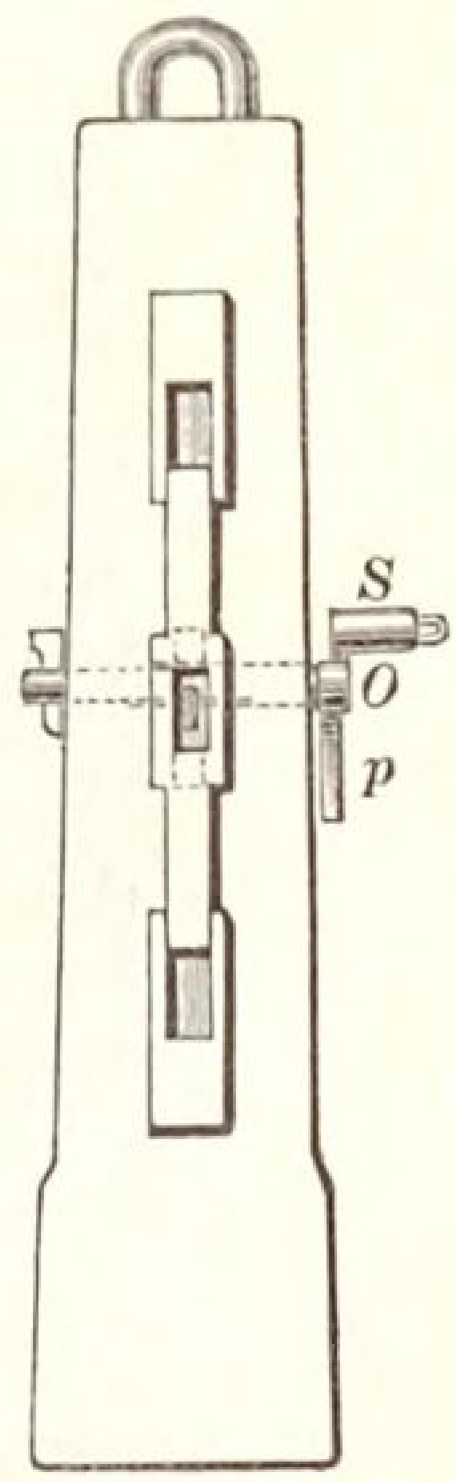


Fig. 213.



Zur Beurtheilung der Leistungen eines Exemplars dieser Ramme sind die Angaben des (damaligen) Baudirectors Berg in Bremen recht sehr zu empfehlen, welche derselbe beim Eintreiben von Rostpfählen zur Fundirung der Pumpenkammer bei Entwässerungsanlagen im Bremer Blocklande als Arbeitsresultate sammeln konnte[1]).

Dieselbe Dampframme wurde dann wieder bei den Fundamentirungen der Brücke über die grosse Weser in Bremen bei dem Bau der Bremen-Oldenburger Eisenbahn benutzt[2]) und hierbei abermals die grosse Brauchbarkeit dieser Maschine in Erfahrung gebracht.

Es wird (für unsere Zwecke) genügen, hier nur folgende Werthe zu notiren. Das Gewicht des Rammbären mit Armirung beträgt 2200 Pfund englisch. Die mit einem oscillirenden Cylinder ausgestattete und mit der Kettenwinde unmittelbar verbundene Dampfmaschine ruht auf der Plattform des Rammgerüstes, während sich der Dampfkessel auf einem nebenstehenden besonderen Wagen befindet.

Die Dampfmaschine läuft sehr rasch, ihre Schwungradwelle macht gewöhnlich 380 Umdrehungen pro Minute und vollführt während dieser Zeit 9 bis 10 Schläge, wobei die Fallhöhe 4 bis 5 Fuss engl. beträgt[3]).

Bei der genannten Weserbrücke schlug man mittelst dieser Maschine in $20^3/_4$ Arbeitstagen 447 Stück Buchenholz-Pfähle (20 Fuss lang, 10 Zoll mittleren Durchmessers) durchschnittlich 19 Fuss tief ein. Die Kosten

1) Ebendaselbst S. 422 ff.

2) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurs-Vereins zu Hannover, Bd. XV, Jahrgang 1869, S. 279 ff.

3) Bei den letzten 5 Schlägen der Dampframme und bei 5 Fuss mittlerer Fallhöhe, drangen die Pfähle nur $^5/_8$ Zoll ein. Die Last, welche jeder solcher Pfahl zu tragen hat, beträgt 29500 Pfund.

für das Einschlagen eines laufenden Fuss Pfahl betrugen $7\frac{1}{2}$ Bremer Grote (34 Pfennige).

In jüngster Zeit hat der englische Ingenieur Peter Eassie in Gloucester die Kunstramme mit endloser Kette in mehreren Theilen in der Art verändert, wie dies Fig. 214 u. 215 erkennen lassen[1]).

Die wesentlichsten Veränderungen, welche Eassie an der Kunstramme mit endloser Kette und durch eine Dampfmaschine betrieben, erdachte und ausführte, bestehen hauptsächlich in folgenden drei: Erstens lässt er die Zugrichtung der Hebekette durch den Schwerpunkt des Bären gehen; zweitens ordnet er Federn (Gummi-Buffer) an, um nachtheilige Stösse zu vermeiden, wenn der schwere Bär plötzlich mit der Kette verbunden (an diese gehangen) wird und drittens traf er solche Einrichtungen, dass der Bär zufolge Zurückprallens nach jedem Schlage nicht zu früh von der Kette wieder erfasst wird.

Während sich das Detail der beiden letztgenannten Verbesserungen aus der Beschreibung nachstehender Abbildungen ergiebt, werde hinsichtlich der ersteren Verbesserung Folgendes bemerkt. Bei der gewöhnlichen Weise (auch bei Sisson und White's Ramme) den Bär mit der Kette durch einen vorgeschobenen Riegel (oder durch andere ähnliche Mittel) zu verbinden, wo also der Angriffspunkt der Kette weit entfernt vom Schwerpunkte des Bären lag, entstand an der Vorder- und Rückseite ein nachtheiliges Klemmen (ein Kanten) des Bären und demzufolge ein bedeutender Reibungswiderstand, der beim Anheben des Bären von der Arbeit der Maschine mit zu bewältigen war.

Eassie will durch Versuche gefunden haben, dass dieser Reibungswiderstand bis zu $\frac{1}{4}$ des Bärgewichts anwachsen kann, so dass beim Aufziehen eines Bären von 1 Tonne (20 Centner) Gewicht die erforderliche Hebkraft bis zu $1\frac{1}{4}$ Tonne anwachsen kann, noch gar nicht des Kraftüberschusses zu gedenken, welcher zur Ueberwindung des Beharrungswiderstandes der trägen Massen erforderlich ist.

Hiernach besprechen wir erst die in Figur 214 (in $\frac{1}{80}$ wahrer Grösse) skizzirte Total- (Seiten-) Ansicht der Eassie'schen Kunstramme, dabei bemerkend, dass hier überall gleiche Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet sind, wie in der Detailfigur 215.

Der gusseiserne Rammbär A kann sich ungezwungen zwischen den beiden vorhandenen Läufern (Mäklern) BB auf- und abbewegen, wobei er jedoch durch zwei klammer- oder gabelförmige Splinte GG in seiner Lage gehalten wird. Wie aus der im vergrösserten Maassstab ($\frac{1}{24}$ der Wirklichkeit) gezeichneten Figur 215 erhellt, haben diese Splinte äusserlich abgerundete Augen, um die Hubkette C des Bären frei hindurchzulassen. Ein geeigneter stählerner, im Bären befestigter, jedoch etwas drehbarer Haken H dient zur Verbindung mit der Kette C. Derselbe ist gelenkartig mit einem durch den Schwerpunkt

1) Institution of Mechanical Engineers. Proceedings 1867, Pg. 255, unter der Ueberschrift: „Description of an improved Steam Pile Driver with endless Chain". (Mit 7 schön ausgeführten Kupfertafeln). Einen schlechten Auszug giebt die Zeitschrift Engineering vom Nov. 1870, Pag. 337, und hiernach berichtet das Polytechnische Centralblatt, Jahrg. 1870, S. 1640.

Fig. 214.

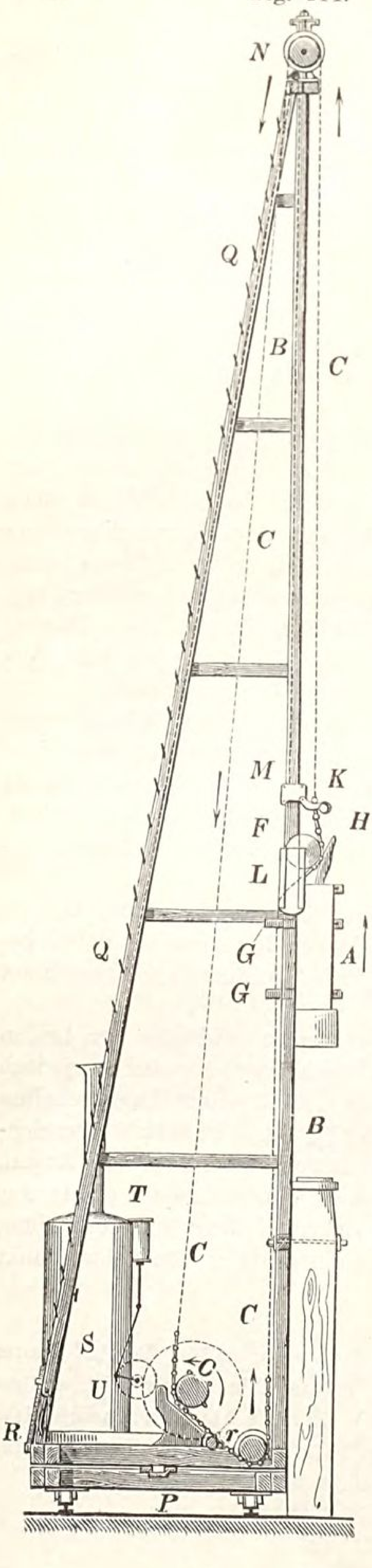
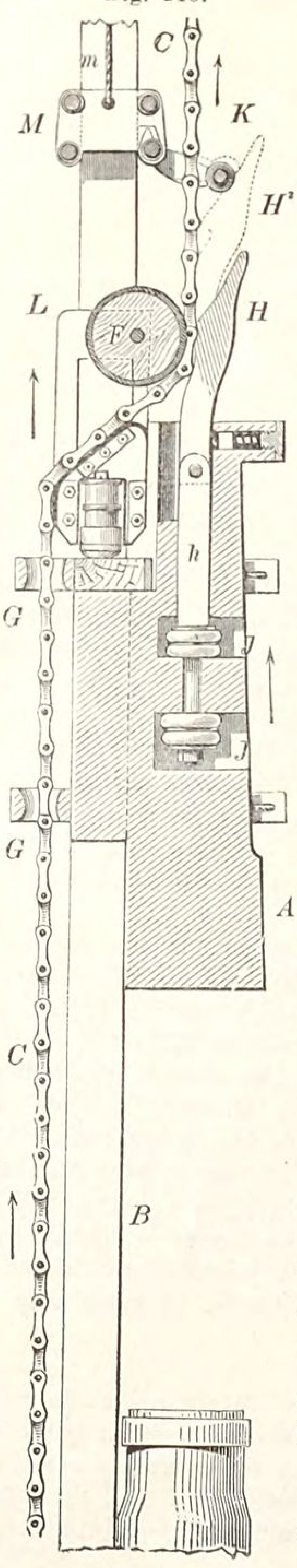


Fig. 215.



des Bären gehenden Stabe (Zugstange) *h* verbunden, wobei er zugleich von einer kleinen Spiralfeder unausgesetzt nach den Mäklern *BB* hin gedrückt wird, um im rechten Augenblicke in den freien Raum zweier Glieder der Gall-schen Kette *CC* einfallen zu können.

Die Verbindnng der Zugstange *h* mit dem Bären wird ausserdem durch Gummi-Buffer *JJ* vermittelt, die ihren Zweck besser erfüllten als vorher angewandte stählerne Schneckenfedern.

Die Hubkette *C* des Bären geht erst, an der Rückseite der Mäkler und des Bären *A* hinauf und dann durch einen Fallblock (follower) *L*, der ein leichtes Rahmwerk mit einer Walze *F* bildet. So lange der Bär aufwärts geht, ruht der Fallblock auf dessen oberem Ende und wird von ihm mit in die Höhe genommen.

Die Art und Weise der Auslösung des Kettenhakens *H* erhellt hinlänglich aus der Durchschnittsfigur 215. Das Auslösen

erfolgt nämlich durch einen Körper K, der Ausstosser („striker of") genannt, der Aehnlichkeit mit dem Fallblocke L hat. Von den Vorderkanten einer Hülse oder eines Rahmenwerkes M gehen nämlich zwei eigenthümlich gebogene Hebel K aus, die an ihren freien Enden Frictionsrollen tragen. Sobald nun das zungenförmige (obere) Ende des Hakens H mit den Rollen von K in Berührung kommt, wird bald der Haken H in die punktirt gezeichnete Lage H^2 gebracht, d. h. aus der Kette gehoben und der Bär zum Herabfallen frei gemacht. Die gewünschte Fallhöhe wird ganz einfach durch Aufziehen und Herablassen des Ausstossers K regulirt, indem mit der Hülse M ein Seil m verbunden ist, welches am oberen Ende der Mäkler über eine Rolle läuft, während sein freies Ende herabhängt und im Bereiche des Maschinisten befestigt wird.

So lange die Ramme arbeitet, wird die Kette C ununterbrochen in einer an der Vorderseite der Mäkler aufwärts gerichteten Bewegung erhalten. Dabei läuft sie über die Scheibe N (Fig. 214) am oberen Ende der Mäkler, geht dann niederwärts zu dem Kettengetriebe O auf der Haupttrommelwelle, ferner noch weiter abwärts über eine Leitrolle r an der Plattform P der Maschine, steigt wieder aufwärts an der Rückseite der Mäkler, bis sie am Fallblocke FL wieder an der Vorderseite der Mäkler senkrecht über den Bär geführt wird. Mit Hülfe von Schrauben, welche die Rammscheibe N reguliren, wird die Kette C nach Bedürfniss straffer oder schlaffer gemacht.

Die Plattform P, worauf die ganze Maschine ruht, ist an jeder Ecke mit einem Spurkranzrade ausgestattet, so dass der ganze Bau auf einer dem Zwecke entsprechenden Eisenbahn verhältnissmässig leicht transportirt werden kann. Die untere Plattform trägt noch eine zweite Plattform, welche sich um einen Drehzapfen (gleich einer Drehscheibe) drehen lässt, wodurch die Beweglichkeit und die Leistung der Maschine nicht unwesentlich erhöht wird.

Auf dieser oberen Plattform sind die beiden Mäkler B nebst seitlichen Streben drehbar angebolzt und in geeigneter Weise mit der auf der Rückseite befindlichen Leiter Q verbunden, an deren Fusspunkte sich eine kräftige Stellschraube R mit Führung befindet, um der Ramme erforderlichen Falles eine gewisse Neigung geben zu können, wenn Pfähle in schräger (nicht vertikaler) Richtung eingerammt werden sollen.

Der ebenfalls auf der zweiten Plattform placirte aufrechtstehende Dampfkessel S, wie die nach unten auf die Krummzapfenwelle U wirkende Dampfmaschine T bedarf ebensowenig besonderer Erörterungen, wie das auf die Krummzapfenwelle gekeilte Getriebe, welches in ein Stirnrad fasst, das mit der Kettentrommel O auf derselben Welle steckt.

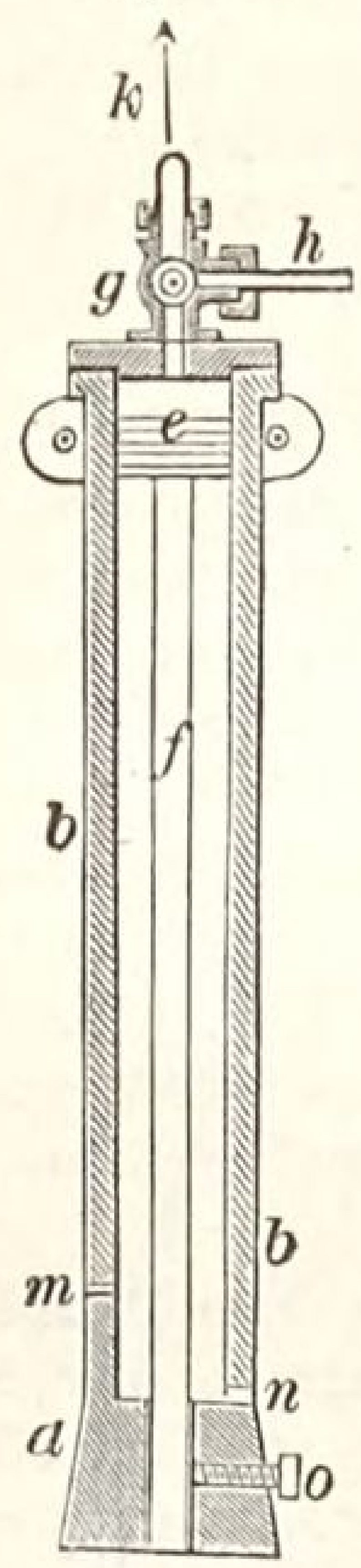
Hinsichtlich aller dieser Specialitäten auf die schönen Zeichnungen unserer Quelle verweisend, bedauern wir noch (des Raummangels wegen) keine Abbildungen einer sogenannten „Teleskop-Ramme" des Herrn Eassie liefern zu können, durch welche man in den Stand gesetzt wird, Pfähle bis 40 Fuss unter der Oberfläche der Eisenbahnschienen, worauf die ganze Maschine gestellt ist, einrammen zu können. Bei den Erweiterungsbauten der Marinemagazine zu Chatham und beim Dockbaue zu Cardiff etc. sollen sich diese „Teleskop-Rammen" ganz vorzüglich bewährt haben

An letzterer Stelle (Cardiff) war es Eassie möglich, Versuche mit der Ramme anzustellen, wobei sich herausstellte, dass drei Pfähle von 46 Fuss

Länge (im Mittel) und von 13 Zoll Seite des quadratischen Querschnittes mit einem Bären von 2150 Pfund (engl.) Gewicht, von $^1/_8$ bis $^3/_{16}$ Zoll pro Schlag nieder gingen, wobei die letzten 40 bis 50 Schläge aus einer Fallhöhe von 14 Fuss gegeben wurden. Zum Rammen eines jeden dieser drei Pfähle auf durchschnittlich 31 Fuss Tiefe waren im Mittel 128 Schläge erforderlich. Die gesammte Zeit des Rammens dieser drei Pfähle betrug incl. aller Zeitverluste $4^1/_2$ Stunden. Zur Bedienung waren vorhanden ein Maschinist und 3 Arbeiter. Der Steinkohlenverbrauch betrug gegen $3^1/_2$ Pfund englisch für jeden Fuss der eingeschlagenen Pfahllänge oder 3 Pfund pro 1 Cubikfuss Pfahl. Die Gesammtkosten der Rammarbeit stellten sich pro eingeschlagenen Pfahl zu 3 Pences oder zu $2^1/_2$ Pences pro jeden Cubikfuss eingetriebenen Pfahles.

Vorstehende Berichte und Erörterungen reichen nur bis Ende des Jahres 1874, als der Zeit wo der 4. Band der Allgemeinen Maschinenlehre (Erste Auflage) dem Drucke übergeben worden war.

Fig. 216.



Von hier ab bemüht sich zuerst wieder der französische Ingenieur Lacour[1]) das Riggenbach'sche Rammmaschinen-System (wobei der Dampf nur allein den Zweck hat, den als Rammbär dienenden Cylinder zu heben) dadurch beliebt zu machen, dass er dasselbe, so weit als möglich, zu vereinfachen suchte.

Den wesentlichsten Theil der Lacour'schen Rammmaschine zeigt nebenstehende Skizze Fig. 216. Hierbei ist *b* der Rammbär, in welchem sich ein gusseiserner Kolben *e* mit Metallringen und der Stange *f* befindet, welche letztere durch die Basis *a* des Cylinders hindurchgeht und hier ihre (zweite) Führung hat. Bei *m* und *n* befinden sich Ausströmungsöffnungen für die atmosphärische Luft und bei *o* eine Schraube, um mit derselben den Kolben, beziehungsweise die Kolbenstange erforderlichen Falles an jedem beliebigen Punkte festhalten zu können. Auf dem Cylinderdeckel sitzt ein Dreiweghahn, als Steuermechanismus um abwechselnd durch die Rohrstutzen *h* und *k* beziehungsweise Dampf zu- und abführen zu können. Die Dampfleitung zwischen Kessel und dem Zuführrohre *h* wird durch besondere, biegsame Rohre hergestellt[2]).

Merkwürdiger Weise wurde den Holländern Gebrüder Figuée zu Haarlem unterm 24. Decbr. 1882 auf die Lacoursche Ramme ein Kaiserlich Deutsches Patent ertheilt, obwohl

1) Unterm 14. November 1878 wurde Lacour ein französisches Brevet ertheilt: „pour un appareil dit mouton automatique à vapeur, destiné à battre les pieux". Auch in England erlangte Lacour ein Patent (Specification, Nr. 70, 6. Jan. 1877), welches jedoch auf den Namen des Engländers H. Gardner ausgestellt wurde. In Deutschland wurde Lacour's Maschine zuerst durch „Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen" (1. Juli 1880) nach dem englischen Journale „Iron" vom 30. Jan. 1880 bekannt.

2) Unsere Quellen liefern auch eine Abbildung der ganzen Ramme (Gerüst, Dampfkessel, Dampfleitung etc.).

Fig. 217.

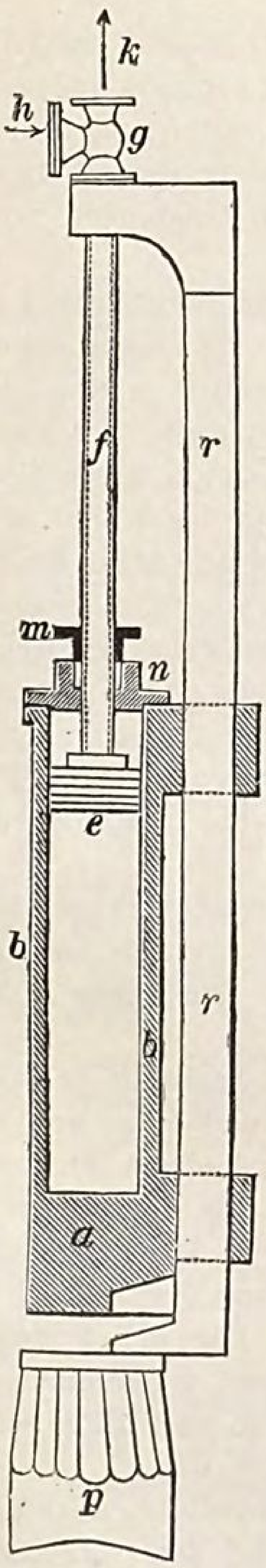
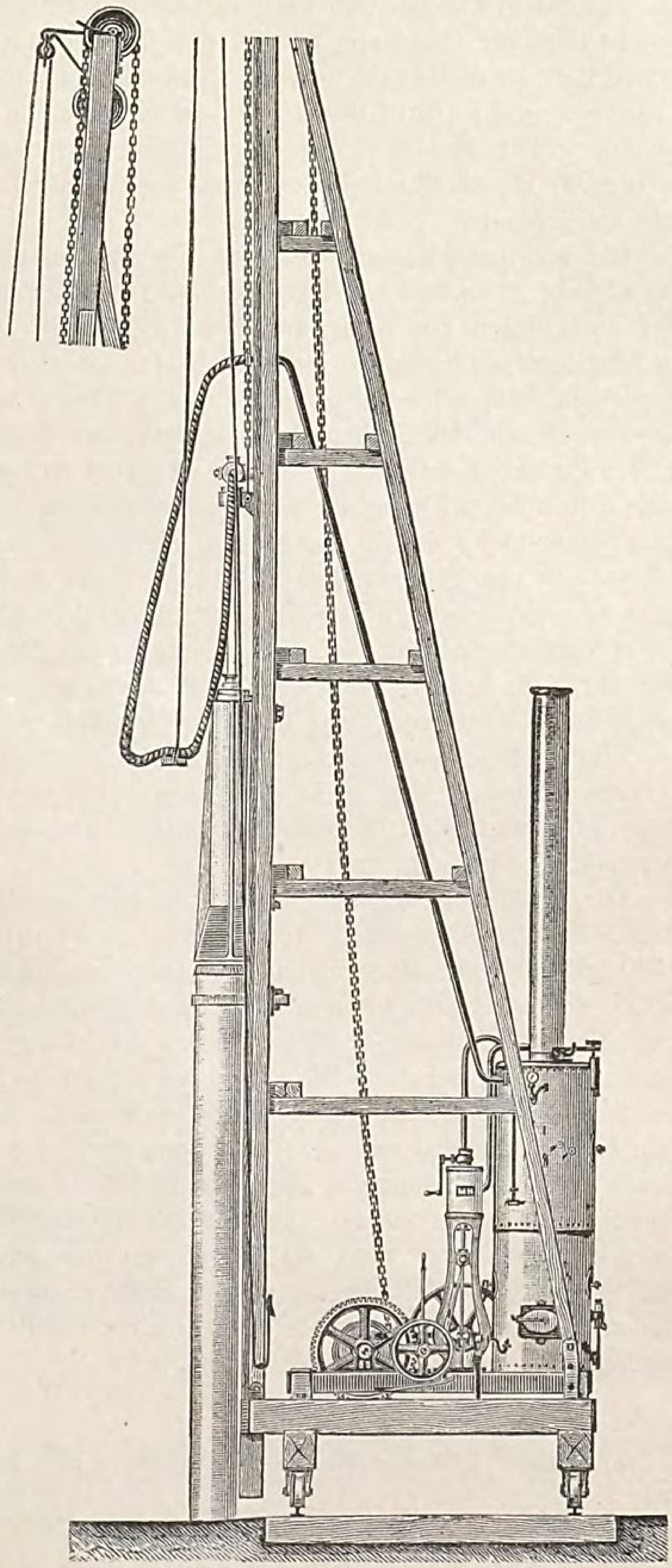


Fig. 218.



Abbildungen der vorgedachten Quellen damit übereinstimmen. Diese eigenthümliche Thatsache hat jedoch das Gute gehabt, dass Lacour's Maschine von

Figuée's ausgeführt, in den rechten Kreisen deutscher Praktiker bekannt und, was das Wichtigste ist, noch verbessert wurde [1]).

In letzterer Beziehung machte sich insbesondere die Maschinenfabrik der Herren Menck & Hambrock in Ottensen bei Altona verdient, indem diese es verstand die Lacour'sche direct wirkende Ramme wesentlich zu verbessern und eine grosse Anzahl derselben für die Unternehmer der Quaiarbeiten bei den (neuen) Hamburger Zollbauten zu liefern, mit deren Leistungen man allseitig zufrieden ist.

Die wichtigste der angedeuteten Verbesserungen besteht jedenfalls darin, dass, wie Fig. 217 erkennen lässt, die hier hohle Kolbenstange *f* nach oben und nicht nach unten aus dem Bären *abb* heraustritt, oberwärts eine geeignete Stopfbüchse *mm* angebracht ist etc. Hierdurch vermeidet man, dass das sich im unteren Theile des Cylinders *ab* (des Bären) ansammelnde heisse Condensationswasser an der Kolbenstange entlang auf den Kopf des Pfahles *p* läuft und den Pfahlkopf aufweicht, wodurch sich eine Art von weichem Polster bildet, welches die Schlagwirkung des Bären ausserordentlich vermindert. Weitere Verbesserungen finden sich in der grossen Einfachheit des Gestelles (des Gerüstes), und zwar in dem eisernen Rahmenwerke *rr* zur Aufnahme und Führung des Bären *ab*, der unbeweglichen Kolbenstange *f*, der Hahnsteuerung *g* etc. Ferner ist der Vortheil erreicht, dass derselbe Rammbär für dicke und dünne Pfähle, sowie für Spundbohlen verwendet werden kann, weil die Schlagfläche des Pfahles keine bestimmte Form zu haben braucht.

Wie die Gesammtdarstellung Fig. 218 der neuen direct wirkenden Rammmaschine erkennen lässt, ruht das ganze Werk auf vier eisernen Laufrädern, welche in horizontalen Drehschemeln sitzen, so dass es nach jeder Richtung hin gefahren werden kann.

Der senkrecht stehende Kessel (mit querliegenden, horizontalen Wasserröhren, hauptsächlich nach Herrman, Lachapelle und Glover. Bd. I, S. 530 und 600) mit einer besonderen Dampfmaschine und einem Windewerke, ist auf einem schmiedeeisernen Rahmen montirt. Wie vom Dampfkessel aus, durch theilweis elastisches Röhrenwerk, dem Bärcylinder der Betriebsdampf zugeführt wird, erhellt aus Fig. 218. Sowohl für den Bär als den Pfahl ist je eine Windetrommel mit fester Kette vorhanden. Der Bär bleibt stets mit seiner Kette verbunden und der Pfahl kann bereits während des Rammens oder während des Aufwindens des Bären umgekettet werden, so dass die Arbeit des Pfahlsetzens in der denkbar kürzesten Zeit geschieht.

Die vom Verfasser an die Herren Menck und Hambrock (kürzlich) gerichtete Bitte, um Zahlenwerthe der Rammresultate bei den vorbenannten Hamburger Quaiarbeiten, konnte deshalb nicht erfüllt werden, weil zuverlässige Angaben noch nicht zu erlangen waren.

1) Berliner „Wochenblatt für Architekten und Ingenieure" vom 28. Decbr. 1884, S. 520 ff.

Zur Vervollständigung alles Vorstehenden machen wir noch auf folgende Dinge aufmerksam:

1. Auf Appleby Brother's in London (69 Kings William Street) schwimmende, durch die Dampfmaschine betriebene Kunstrammen mit Riemen- und Ketten-Transmission[1]). Derartige Schwimm-Rammen haben bekanntlich schon zu Belidor's Zeiten (S. 236) Anwendung gefunden.

2. Auf Shaw's in Philadelphia „Schiesspulver-Ramme", wobei der Bär durch die Explosionskraft des Schiesspulvers aufwärts getrieben wird.

In Deutschland hat sich und zwar mit Erfolg, mit dem Baue dieser Rammgattung die Maschinenfabrik von Riedinger in Augsburg beschäftigt.

Beim Baue der dritten Elbbrücke in Dresden sollen diese Rammen befriedigende Resultate gegeben haben. (Nach der deutschen Bauzeitung, Jahrg. 1875, November, S. 432). Andere Nachrichten lauten nicht so günstig[2]).

3. Auf die Wipprammen (Schwingbaum-Rammen) des Holländers Bovy in Luik, Hebel-Kunstrammen, die den gewöhnlichen Zugrammen gegenüber wesentliche Vortheile bieten und beim Baue der holländischen Staatseisenbahnen mit Erfolg in Anwendung sein sollen[3]).

4. Auf die Vortheile, welche Kunstrammen gegenüber Zugrammen fast unter allen Umständen gewähren. Während (1830) zur Zeit des Erscheinens der praktischen Anweisung zur Wasserbaukunst von Gilly und Eytelwein (a. a. O. Heft 1, S. 32) die Kunstrammen im Allgemeinen als nicht von Nutzen bezeichnet wurden, entschieden sich später gewichtige Autoritäten (voran der Ober-Baudirector Hagen) zweifellos für Kunstrammen, ohne für ganz besondere Fälle nicht auch Vortheile der Hand-Zugrammen anerkennen zu wollen[4]). Hiermit stimmen die beim Baue der hannoverschen Eisenbahnbrücken angestellten Versuche und gesammelten Erfahrungen völlig überein, in welcher Beziehung namentlich auf Sonne's Abhandlung über den Bau der Fuldabrücke bei Kragenhof[5]) und noch mehr auf Köpke's vortreff-

1) Rühlmann, „Appleby's schwimmende Dampframme". In Wirth's Illustr. Deutschem Gewerbskalender, Jahrgang 1870, S. 94. (Mit Abbildung begleitet). Auch von Castor bei Bauten in der Rhône angewandt. Abbildungen und Beschreibungen in dessen Werke: „Travaux de navigation" etc. Paris 1861, Pg. 81.

2) Engineering vom 6. August 1869, pag. 79 und pag. 92. (An ersterer Stelle nur mit Abbildungen).

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIV (1870), S. 273.

Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, Bd. XIX (1873), S. 112. Notiz nach dem Franklin Journal, Juli 1872, und dem Civil-Ingenieur, 1873, S. 288.

Hannoversches Wochenblatt für Handel und Gewerbe, November 1874, S. 381.

3) Prof. Fränkel über Bovy's Wipprammen in der deutschen Bauzeitung, Jahrg. 1869, S. 631, und hieraus im Polytechn. Centralblatte, Jahrg. 1870, S. 168.

4) Handbuch der Wasserbaukunst. Erster Theil. (Die Quellen). S. 589. (Zweite Auflage).

5) Zeitschr. d. Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. IV (1858), S. 163.

liche Arbeit: „Die steuerfreie Niederlage zu Harburg“ [1]) aufmerksam gemacht werden muss. An einer Stelle (a. a. O. S. 284) gelangt Köpke zu folgendem Schlusse: „Eine Zugramme arbeitet ungefähr zweimal so rasch als eine Kunstramme [2]), etwa viermal so theuer und erfordert neunmal so viel Arbeiter“. Weiter (S. 288) wird über die betreffende Frage noch Folgendes bemerkt: „Die Ursache der überwiegenden Leistung der Kunstramme dürfte darin zu suchen sein, dass ein Arbeiter dauernd einen grösseren Effect an der Kurbel im Vergleich zum Ziehen ausüben kann [3]); dass bei der Zugramme ein grosser Theil der Arbeiter schräg zieht und endlich der Verlust durch die häufigeren Stösse grösser sein wird. Dagegen lässt sich nicht in Abrede stellen, dass in manchen Bodenarten kurz auf einander folgende Schläge ein besseres Eindringen hervorbringen, als in längeren Zwischenräumen erfolgende heftige Schläge. Die Anwendung der Hand-Zugramme wird daher nie (?) ganz zu vermeiden sein und wird die Kunstramme sie nicht überall ersetzen können“.

5. Auf die Berechnung der Tragfähigkeit eingerammter Pfähle. Hagen hält alle betreffenden Rechnungen für unbrauchbar [4]), vornehmlich deshalb, weil sich die Vorstellungsart über den Widerstand des Erdbodens nicht rechtfertigen lässt, worauf man diese Rechnungen stützt [5]).

1) Ebendaselbst Bd. VI (1860), S. 279 etc.

2) Dieser Zeitgewinn bei Zugrammen gegenüber den Kunstrammen passt nicht mehr auf die neueren, durch Dampfmaschinen bewegten Kunstrammen. Man beachte in letzterer Beziehung die bereits S. 253 gemachten Leistungsangaben.

3) Ganz übereinstimmend mit unserem Resultate Bd. 1, S. 255 und 259.

4) Handbuch der Wasserbaukunst. Erster Theil, S. 628 und 629.

5) Die gewöhnliche Ableitung betreffender mathematischer Formeln ist folgende. Bezeichnet W das Tragvermögen oder den totalen Widerstand, welchen das Erdreich dem weiteren Eindringen des Pfahles entgegensetzt, wenn derselbe beim letzten Schlage um e eingedrungen ist, Q das Gewicht des Rammbären, q das Gewicht des Pfahles und H die Fallhöhe des Bären, so setzt man ohne Weiteres (nach dem Principe von der Erhaltung der lebendigen Kräfte), wenn $g = 9{,}81$ Meter ist:

$$We = \frac{1}{2}\,\frac{Q+q}{g}\,v^2,$$

worin v die Geschwindigkeit beider Körper (des Bären und des Pfahles) gemeinsam ist, diese als völlig unelastisch gedacht, am Ende des Stosses bezeichnet. Für v lässt sich dann annehmen:

$$v = \frac{Q\sqrt{2gH}}{Q+q},$$

so dass man schliesslich erhält:

$$\text{I)}\ W = \frac{Q^2}{Q+q}\cdot\frac{H}{e}.$$

Um diesen für W berechneten Werth für die Praxis brauchbar zu machen, hält man für hinreichend, einen gewissen Bruchtheil desselben als die zulässige Belastung des Pfahles annehmen zu können, was jedoch meistentheils eine Täuschung und nicht einmal für Sandboden richtig ist. Offenbar wird die Formel I)

VIII. Baggermaschinen[1]).

(Geschichtliche Uebersicht).

§. 13.

Zum zweckmässigen Lösen und Heben von unter Wasser liegendem Erdreich bedient man sich der Baggermaschinen.

dadurch nicht praktischer, wenn man mit aller Sorgfalt die Zusammendrückbarkeit des Pfahles und des Bären in Betracht zieht. Die Mathematik giebt eben nur richtige, mit der Erfahrung stimmende Resultate, wenn man im Stande ist, die Rechnung auf naturgetreue Hypothesen stützen zu können, was hier (mit Hagen ganz übereinstimmend) nicht der Fall ist.

Um wenigstens ein Zahlenbeispiel bringen zu können, entnehmen wir den bereits citirten Mittheilungen des Baudirectors Berg, über die Fundirungen der grossen Weserbrücke für die Bremen-Oldenburger Eisenbahn (Zeitschr. d. Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, 1869, S. 279), die Thatsache, dass hier u. A. 20 Fuss lange und 10 Zoll mittleren Durchmesser haltende Pfähle aus Buchenholz bei den letzten 5 Schlägen der Sisson-White'schen Dampframme, noch $^5/_8$ Zoll eindrangen, wenn die mittlere Fallhöhe des 2200 Pfund = 22 Centner wiegenden Bären 5 Fuss oder 60 Zoll betrug. Das Gewicht eines Pfahles zu 700 Pfund = 7 Centner berechnet, giebt demnach:

$$W = \frac{(22)^2}{29} \cdot \frac{60}{\frac{1}{8}} = 8011 \text{ Cntr.} = 801100 \text{ Pfd.}$$

Herr Berg berichtet, dass jeder dieser Pfähle in Wirklichkeit nur 29500 Pfd. zu tragen habe. Hiernach würde (in gewöhnlicher Weise zu schliessen) eine 27fache $\left(= \frac{801100}{29500}\right)$ Sicherheit vorhanden sein! (?) Wie man ohne solche Rechnungen die Tragfähigkeit der Pfähle dennoch bemessen kann, ergiebt sich am besten aus den praktischen Erfahrungen, welche man aus dem Schlagen von Probepfählen entnehmen kann, wie namentlich Köpke, a. a. O. S. 282 ff., gezeigt hat.

1) Literatur: Leupold, Theatrum Machinarum Hydrotechnicarum, S. 115 (§. 171). Der Verfasser giebt hier Nachricht über die ältesten holländischen Baggermaschinen, geneigte Schaufelwerke, „Mudder Molen" genannt. Abbildungen auf Tab. XXVII. (Skizzen von letzteren folgen später).

Belidor, Architectura Hydraulica. Zweiter Theil. Siebente Ausgabe der 1769 in Augsburg erschienenen Uebersetzung. Im neunten Kapitel werden unter Beifügung sehr schöner Abbildungen, Taf. XX—XXV (Kupferstiche), die „Maschinen zur Vertiefung der Seehäfen, insbesondere derer, welche man zu Toulon braucht" besprochen und interessante Beobachtungs- und Versuchsresultate mitgetheilt. Die betreffenden Baggermaschinen gehören zur Gattung der

Durch das Baggern vertieft man Flüsse, Canäle und Häfen, entfernt man Ablagerungen im Fahrwasser der Schiffe, beseitigt Untiefen u. dgl. m.

Stiel-Schaufel- oder Stiel-Löffel-Bagger. — (Letztere finden sich nachher skizzirt).

Régemortes, „Description du nouveau pont construit sur la rivière d'Allier". Paris 1771. Hier wird der (älteste von de Lons herrührende) Vertical-Eimer-Bagger besprochen. Referent kennt dies Werk nur aus Hagen's Wasserbaukunde, Bd. 4, Thl. 3, §. 75, S. 141. (Später folgt eine Abbildung).

John Wheale's „Quarterly Papers on Engineering". Artikel „Dredging". Vol. I. London 1844. In diesem Werke finden sich nicht nur die zuverlässigsten Angaben über die allerältesten Baggermaschinen, sondern auch vortreffliche Abbildungen (Kupferstich) der ersten in England benutzten Baggermaschinen mit geneigten Eimerketten, durch Pferdegöpel und Dampfmaschine betrieben. Diese Maschinen sind von denen der Gegenwart wenig verschieden.

Molard, Die Eimerketten-Baggermaschinen, welche in Frankreich zum Reinigen etc. der Canäle des Ourcq und Saint Denis benutzt wurden. Nach dem Bulletin de la Société d'Encouragement vom Monat Mai 1824 durch Dingler's Journal, Bd. 15 (1824), S. 144, mit einer Tafel Abbildung. Die hier benutzten Eimerketten arbeiten in geneigter Lage, der Betrieb erfolgt durch Menschenkraft. Diese Maschine ist den vorher citirten englischen nachgebildet.

Schwahn, „Fluss-Baggermaschinen". Berlin 1832. Das erste selbständige deutsche Werk seiner Art mit sieben Kupfertafeln, grösstentheils Eimerbagger für Hand- und Pferdebetrieb.

Bauausführungen des Preussischen Staates. Herausgegeben von dem königl. Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Bd. II. Berlin 1851. Unter Beifügung vortrefflicher Abbildungen (Kupferstich) wird hier über die ersten in (Nord-) Deutschland mit Erfolg angewandten Baggermaschinen mit geneigter Eimerkette berichtet. Die erste (S. 5) 1839 zur Vertiefung des Fahrwassers der Ucker erbaute für Handbetrieb (abgebildet auf Blatt 2—4), die zweite (S. 110) im Jahre 1844 in Elbing ausgeführte mit Dampfbetrieb zur Vertiefung des Danziger Seehafens zu Neufahrwasser. (Abgebildet auf Bl. 40—44).

John Duncan, „Machines for Excavating Soil". Patent Specification, Nr. 9281 (1842). Stiel-Löffel- und Stiel-Schaufel-Bagger als Trocken- und Nass-Bagger. Ersterer ähnlich der S. 48, Fig. 39 besprochenen gegenwärtigen Construction der Amerikaner gleich. Der Nassbagger entspricht den ebenfalls zur Zeit in Amerika gebräuchlichen, worüber Gentilli in der Zeitschritt des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, Jahrg. 1861, S. 181 berichtet.

Nillus, Drague à vapeur à deux chaînes, marchant par courrois. Armengaud, Publ. Indust., Tome VII (1851), Pg. 137. Bagger mit zwei geneigten Eimerketten, den man besonders für Hafenbauten in Havre benutzte. Schiff (Prahm) und Maschinengestell sind noch aus Holz construirt. Die beigegebenen (2) Tafeln Abbildungen sind schön ausgeführt.

Löwe, „Fluss-Dampfbagger von 10 Maschinen-Pferd kraft für die Melioration des Nieder-Oderbruchs. Erbkam, Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. IV (1854)

Die älteste Nachricht über Baggermaschinen datirt vom

Mit Zeichnungen auf Bl. 61, 62 und 63, sowie Blatt *Z* im Texte. Dampfbagger mit geneigter Eimerkette am Hintertheile des Schiffes. (Schiff und Maschinengerüst noch Holzconstruction). Auch Sammlung von Zeichnungen f. d. Hütte, Jahrg. 1858, S. 9. Drei grosse Tafeln Abbildungen.

Régemortes'sche Baggermaschine, im Jahre 1852 und 1858 beim Ausbaggern und Instandsetzen des Düsseldorfer Sicherheitshafens benutzt. Zeichnungen f. d. Hütte, Jahrg. 1855, S. 16.

Wiebe, Skizzenbuch f. d. Ingenieur und Maschinenbauer. Heft VIII (1859), Bl. 5 und 6. Handbaggermaschine (nach Régemortes) beim Baue der Weichselbrücke bei Dirschau benutzt.

Castor, „Travaux de navigation et de chemins de fer" etc. Paris 1861. Das zur Zeit vorzüglichste und schönste Werk über Dampfbagger mit geneigter und verticaler Eimerkette. Von ganz besonderem Interesse sind hier die bei der Pfeiler-Gründung (mittelst comprimirter Luft) der Strassburg-Kehler Eisenbahnbrücke in Anwendung gebrachten Bagger mit verticalen Eimerketten.

Ueberdies werde die Gelegenheit benutzt, auf dieses mit 29 Kupfertafeln in Folio ausgestattete vortreffliche Werk nachträglich auch in Bezug auf Fördermaschinen, (schwimmende) Rammmaschinen und Gebläsemaschinen noch besonders aufmerksam zu machen.

Oppermann, Portefeuille économique des machines, Sept. 1863, unter der Ueberschrift: „Les Dragues et les Dragages de la Clyde", mit Abbildungen auf Pl. 35, 36 und 37. Dampfbagger mit einer Eimerkette in der Mitte des Schiffes arbeitend und am Hintertheile ausgiessend. Beigefügt sind hier Leistungs- und Rentabilitätsberechnungen der auf dem Flusse Clyde arbeitenden Bagger der „Clyde Schifffahrt's Compagnie."

Duncan (Andrew), „On the Construction and Results of working of the large Steam Dredgers on the Clyde." Institution of Mechanical Engineers. Proceedings 1864, Pg. 147, mit schönen Abbildungen, wovon hier weiter unten Skizzen zu finden sind.

Diese Arbeit ist eigentlich eine (gründliche) Vervollständigung der vorigen Abhandlung im Oppermann'schen Portefeuille.

Waltjen's „Dampfbagger mit geneigtem Schaufelwerke" statt geneigter Eimerkette für den Hafen von Geestemünde erbaut. Wiebe's Skizzenbuch, Heft XXXII. u. XXXIII. (1864). Da hier vorzugsweise Schlick zu baggern ist, hat man diesen Bagger gleichsam als eine verbesserte holländische Mudder-Mole construirt.

Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst. Dritter Theil. Vierter Band. Berlin 1865, S. 111 (§. 72) bis mit S. 221. Neunter Abschnitt: Bagger. Eine Beschreibung in Preussen in Anwendung befindlicher Dampfbagger, Baggerprähme, Dampfbugsirboote etc. enthält das von Hagen angefangene (bis 1881 reichende) Kupferwerk „Sammlung ausgeführter Dampfbagger etc."

Gouin, „Grande drague à vapeur" beim Baue und beim Betriebe des Suez-Canales in Anwendung. Bagger mit einer geneigten Eimerkette in der Mitte des Schiffes und nach beiden Seiten ausgiessend. Armengaud, Publication industrielle, Tome 17, Pg. 87, mit schönen Zeichnungen auf Pl. 7 und 9.

Jahre 1591 [1]), wo, nach unserer Quelle, ein gewisser Varantius ein seltenes (curious) Werk mit Abbildungen über diesen Gegen-stand veröffentlichte. Bei dieser Maschine lassen zwei in paralle-

Borel (mit Lavalley, Couvrez u. A., Bauunternehmer des Suez-Canales): „On the Steam Dredgers employed in the excavation of the Isthmus of Suez Canal. Inst. of Mechanical Engineers. Proceedings 1867, Pg. 192 (mit Abbild. auf Plate 50 bis 63).

Die Baggerarbeiten am Suez-Canal machten eigenthümliche Constructionen geneigter Rinnen (long couloir, long shoots) erforderlich, um, ähnlich wie Fig. 220. S. 369 erste Auflage und S. 56, Figur 41 zweite Auflage) die gebaggerte Masse über die Canalufer hinaus (auf's feste Land) transportiren zu können. Noch grössere Abbildungen dieser Rinne liefert Oppermann in seinem „Portefeuille des machines," Année 1869, Pl. 15 u. 16.

Ueber einen neuen Dampfbagger. (Mittheilungen des Bureaus der Schifffahrts- und Hafen-Deputation in Hamburg). Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XIV. (1868), S. 231, mit Abbildungen auf Bl. 417 und 418. Dieselbe Maschine wird nochmals (mit grossen Abbildungen begleitet) im Engineering vom 20. October 1871, S. 246 bis 248, sowie in Oppermann's „Portefeuille des machines," Année 1871, Pg. 25, besprochen.

Kozlowski, „Notizen über den zur Regulirung des Plauer Canals benutzen Dampfbaggers." Erbkam, Zeitschrift f. Bauwesen, Jahrg. XVII. (1867). Die geneigte Eimerkette liegt in der Mitte des Schiffes und giesst nach zwei Seiten aus. Eine sehr beachtenswerthe Arbeit, der mehrere Tafeln gute Abbildungen beigefügt sind.

Simons-Cunningham, „Steam Dredger, 50 Nominal Horse Power, for the Dundee Harbour Trustees." Im Engineer vom 18. October 1871, S. 251 und 254. Mit schönen Abbildungen begleitet. Zur Zeit wohl die grossartigste Dampfbaggermaschine. Sie soll im Stande sein pro Stunde 180 bis 250 Tons Material zu fördern.

Simons, „Dredge for the Canadian Government" im Engineer vom 3. Mai 1872, S. 309 u. 312. Dieser Eimer-Dampfbagger ist zugleich Prahm zum Transporte des Baggergutes auf hoher See und ist deshalb mit einer Schraube als Propeller ausgestattet.

Gleichsam als Anhang zu vorstehenden Litteraturangaben citiren wir noch folgende Quellen, worin über sogenannte Saugbagger Mittheilungen zu finden sind:

Dulk, „Ueber Hafenanlagen in Frankreich." Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen, 1863, S. 102.

Rühlmann, „Centrifugalmaschine zum Transporte von Baggergut am Amsterdamer Grossen Canale". Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins. Jahrgang 1869, S. 30 und Engineering vom 17. Juli 1868.

Burt, „Dredging Machinery." Ebenfalls eine Centrifugalpumpe. Engineering vom 1. Sept. 1871, Pg. 133 u. 134.

Neueste Litteratur über Baggermaschinen überhaupt, findet sich auf späteren Seiten des Buches.

1) Quaterly Papers of Engineering, Vol. I. Part I. Nr. 3, unter der Ueberschrift: „The Dredging Machine." London 1844. (John Weale.)

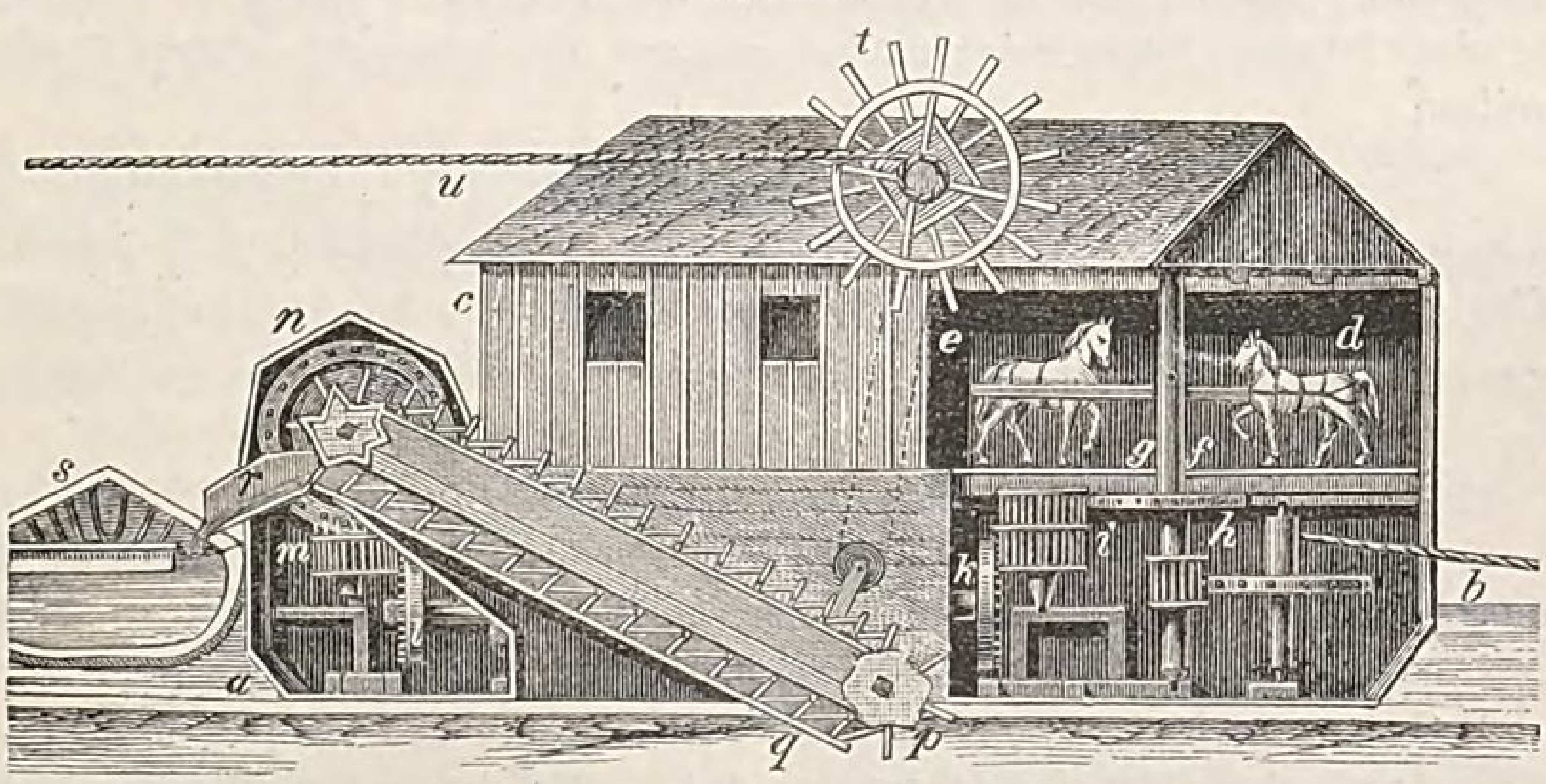
ler Lage mit einander verkuppelte Pontons einen solchen Raum zwischen sich, dass darin bequem zwei Löffel (Löffelbagger, Stielbagger) arbeiten können. Die erforderlichen Bewegungen werden erzeugt unter Benutzung eines geeigneten Laufrades (walking wheel), in welchem Menschen thätig sind.

1685 erschien (ebenfalls nach der unten citirten englischen Quelle) in Rom ein vom Holländer Cornelius Meyer verfasstes Buch, unter dem Titel: „L'arte di restituire a Roma la tralasciata navigatione del suo Tevere," in dessen zweiten Theile eine Baggermaschine beschrieben ist, von der bemerkt wird, dass sie sich nur wenig von den Maschinen der Gegenwart unterscheide, indem sie ein geneigtes Schaufelwerk mit sogenanntem Troge als arbeitendes Werkzeug hätte, statt der jetzigen Eimer oder Kübel an nach unten durchhängender freier Kette (Fig 40, S. 53). Der Verfasser bezeugt dabei zugleich, dass ähnliche Maschinen bereits in Holland im Gebrauche wären. Zweifellos sind diese Maschinen keine anderen als die, welche Leupold (1724) in dem Theatrum Machinarum Hydrotechnicarum, Cap. XX. §. 171, S. 115, unter der Ueberschrift beschreibt: „Ein holländischer Haven-Räumer, von ihnen die Modder Mole genannt".

Die untenstehende Fig. 119 ist eine treue Copie aus dem Leupold'schen Werke (Taf. XXVII, Fig 4), wozu sich im Originale nur noch die Bemerkung von Leupold hinzugefügt findet: „Amsterdamer Modder Mühle nach Sturm's Zeichnung, aber verbessert." Leupold giebt hierzu (a. a. O. Cap. XX. S. 115) folgende Beschreibung:

„Auf einem Schiffe *ab* ist ein ziemlich grosses Haus erbaut und dies in

Fig. 219.

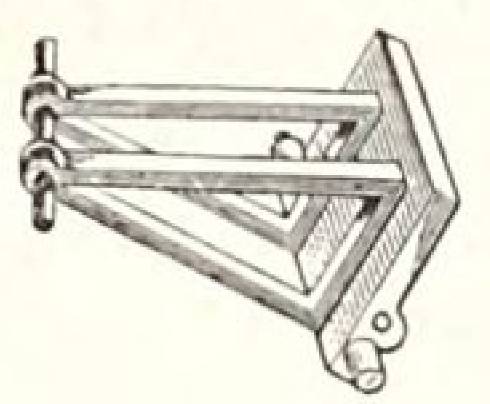


drei Kammern getheilt. In der obersten grössten Kammer *de* gehen zwei Pferde am Göpel *fg*, wodurch ein Stirnrad *h*, ferner ein Drehling *i* und weiter

ein Rad k in Umdrehung versetzt wird. Die Welle, worauf letzeres Rad steckt, geht fast durch die ganze Schiffslänge hindurch bis l und trägt an letzterer Stelle ein Kammrad, welches einen Drehling m treibt. Letzerer fasst zugleich in die Zähne eines zweiten grossen Kammrades n, auf dessen horizontal liegender Welle ein Prisma (Turas) von solcher Gestalt befestigt ist, dass sich die Glieder einer endlosen Kette in geeigneter Weise auf die Seiten des Prisma legen können. Wird dies Prisma in Umdrehung gesetzt, so folgt auch die Kette dieser Bewegung und zwar derartig, dass immer die eine Hälfte der Kette aufwärts geht, während sich die andere fortschreitend abwärts bewegt. Zwischen je zwei Kettengliedern ist eine viereckige, auf die hohe Kante gestellte Scheibe (ein Brett, eine Schaufel) gelenkartig befestigt, deren specielle Construction aus der (perspectivisch gezeichneten) Detailfigur 120 erhellt.

Am unteren Ende läuft das Kettenscheibensystem über ein zweites, gehörig gestaltetes Prisma p, während die ganze Anordnung von einem viereckigen oben offenen Kasten q, einer schrägen Rinne mit Seitenwänden, umgeben wird. Die bemerkten Schaufeln schieben bei der aufsteigenden Bewegung die vom Grunde gelöste Erde etc., auf dem Boden des Kastens q liegend, vor sich her und führen solche endlich oberhalb einer geneigten Rinne r zu, welche die gebaggerte Masse in ein geeignetes Schiff (Prahm, Ponton etc.) s fallen lässt. Um das Schiff ab entsprechend fortschaffen zu können, hat man im Dache des Baggergebäudes eine Winde t angebracht, auf deren Welle sich ein Tau u wickeln kann, dessen freies Ende stromaufwärts gehörig verankert ist.

Fig. 220.



Dass man beim Lösen und Heben festerer Erdmassen (Schlamm, Mudde, weichen Sand etc.) bald auf den Gedanken kommen musste, die Ketten mit Schaufeln der vorbeschriebenen Art, durch Ketten mit Eimern oder Kübeln (S. 53, Fig. 14) zu ersetzen, ist wohl selbstverständlich, weshalb es nicht befremden darf, wenn Hagen behauptet[1]), dass auch diese Eimer- (Pferde-) Bagger aus Holland stammen und vielleicht schon im siebenzehnten Jahrhundert in Preussen eingeführt waren. Hinsichtlich Abbildung und specieller Beschreibung eines Baggers letzerer Art müssen wir auf die unten verzeichnete Quelle[2]) verweisen.

Eine zweite Gattung von Baggermaschinen sind die sogenannten Stielbagger, bei denen das eigentliche Baggerinstrument eine Art Löffel (daher Löffelbagger), eine kastenförmige Schaufel (Schaufelbagger[3]), ein Sack[4]) (daher Sackbagger) etc. etc. mit einem langen

1) Handbuch der Wasserbaukunst. Vierter Band. Dritter Theil. Seite 170.

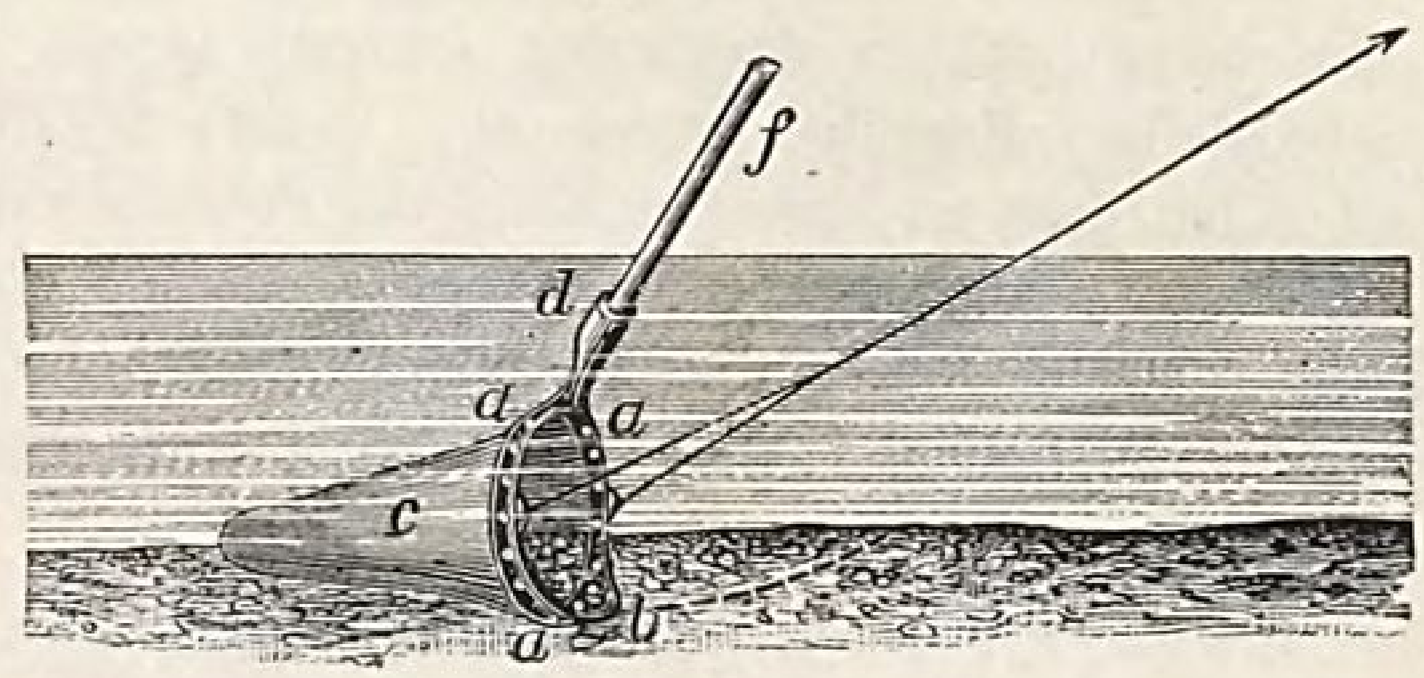
2) Ebendaselbst S. 170, Tafel XL. Fig. 206 bis 210. (Nach Maassstab gezeichnete schöne Darstellungen eines hölzernen Pferde-(Eimer-)Baggers, wobei die Eimer-Kette quer vor das Ende des pontonartigen Fahrzeuges gelegt ist.

3) Schaufelbagger der Indier zu Pfeilerfundirungen benutzt, werden beschrieben und abgebildet im Jahrgange 1864 S. 272 der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins f. d. Königreich Hannover.

4) Eine eigenthümliche Art von Sackbagger, in Verbindung mit einem

Arme, einem Stiele (ähnlich Fig. 39, S. 48 und Figur 122, S. 262) verbunden ist, welcher letzere bei der Arbeit erfasst und entsprechend bewegt wird. Hagen liefert (a. a. O., S. 121) eine Beschreibung der Abbildung eines Sackbaggers der einfachsten Form, wovon Fig. 121 eine Copie ist, die mit unserer folgenden Figur 122 leicht in Verbindung gebracht werden kann. Der eiserne Ring *ab*, zur Aufnahme eines leinenen Sackes *c*, ist in seinem unteren Theile verbreitert und zugeschärft, so dass er daselbst eine Schneide bildet, die möglichst leicht in den Boden eindringt. Obenhin befindet sich am Ringe *a* eine Hülse *d* um einen hölzernen Stiel *f* an demselben befestigen zu können.

Fig. 221.



Eine andere Gattung solcher Bagger, wobei der Sack durch eine Schaufel ersetzt ist (daher Schaufelbagger), datirt wahrscheinlich ebenfalls aus dem 17. Jahrhundert. Abbildungen hat indess der Verfasser erst aus dem Anfange des 18. Jahrhunderts auffinden können. Vornehmlich ist es der Franzose de la Balme, welcher in dem Werke „Machines approuvées" etc. vom Jahre 1718 (pag. 161) zwei Maschinen unter der Ueberschrift: „Ancien et nouveau Ponton pour curer les Ports" beschreibt und durch eine ganze Kupfertafel erläutert, wozu er überdies bemerkt, dass diese Maschinen in den Häfen von Brest, Toulon etc. im Gebrauche wären.

Von einem dieser Balme'schen Stielbagger (Pl. 2 des Originales) ist Fig. 122 eine Skizze, wozu Nachstehendes als Erläuterung dienen wird.

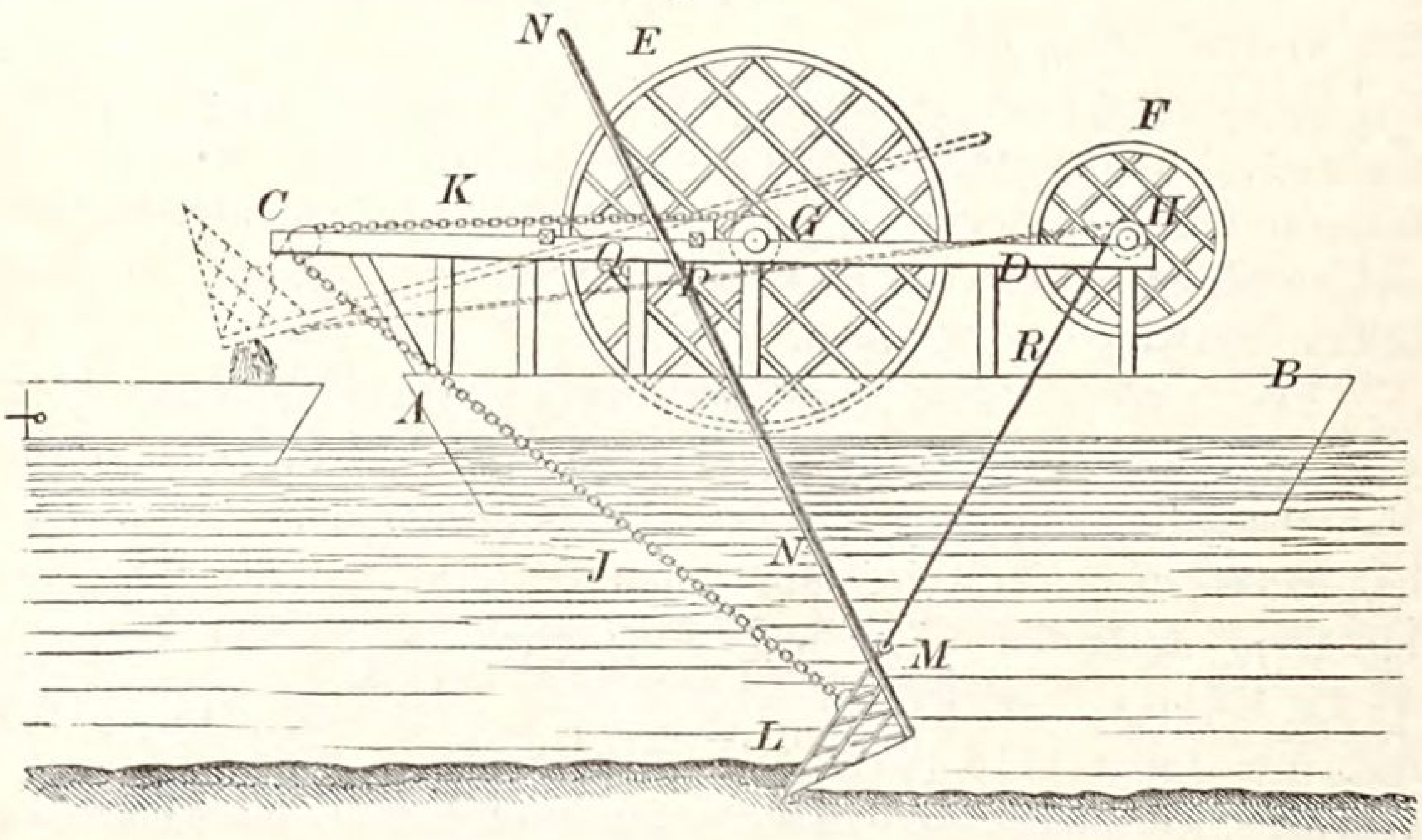
Ein gewöhnlicher Ponton *AB* ist an seinen Langseiten mit Ständern ausgestattet, die man durch einen Holm *CD* vereinigt, und dadurch ein Gerüst zur Aufnahme zweier Laufräder *E* und *F* gebildet hat, die sich um Zapfen gehörig gelagerter Horizontalwellen *G* beziehungsweise *H* drehen können. Das grosse Laufrad *E* dient zum Aufwinden einer Kette *KCJ*, welche am beladenen Löffel (ein geeigneter, oben offener Kasten mit versteiften Seitenwänden) befestigt ist und bei *C* um eine feste Rolle läuft. Der Stiel *N* des Löffels *L* bewegt sich in entsprechenden Führungen am Holme *CD* über der durch den

Brunnenbohrer beschreibt Leupold in seinem „Theatrum Machinarum Hydrotechnicarum". Leipzig 1724, pag. 52, mit Abbildungen auf Tafel VI. Mersenne berichtet hiervon, dass derartige Maschinen von Huyghens herstammten.

Buchstaben P angedeuteten Stelle, welche Anordnung noch durch gehörige Leitung eines am Stiele N befestigten und einige Male um den Ständer Q geschlungenen Seiles unterstützt wird. Das kleinere Laufrad F dient zum Zurückziehen des entleerten Löffels mittelst eines Taues MR.

In unserer Abbildung ist zugleich eine von Belidor[1]) ausführlich beschriebene (und in der unten notirten Quelle auf einer grossen Kupfertafel dargestellte) Maschine angedeutet, welche derartig mit zwei Stielbaggern versehen ist, dass an jeder Langseite des Pontons einer thätig sein kann. Während sich dann einer der Löffel füllt und gehoben wird, ziehen die im kleinen Laufrade thätigen Arbeiter den anderen Löffel zurück und umgekehrt. Dass dabei die zu beiden Löffeln gehörigen Ketten und Taue in verschiedenen Rich-

Fig. 222.



tungen um die Wellen G und H der Laufräder geschlungen sind, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Belidor berichtet[2]) über Versuche mit einer Doppel-Löffel-Maschine, welche im Hafen von Toulon angestellt wurden, wonach sich u. A. ergab, dass man mittelst einer solchen bei 10 Mann Bedienung[3]) täglich 6 Cubik-Toisen = 216 Cubikfuss = 7,41 Cubikmeter schlammigen Grund (Schlick?) auf 12 bis 15 Fuss oder auf 3,90 Meter bis 5,0 Meter Höhe zu baggern vermochte und die täglichen Kosten dieser Arbeit 9 Franken oder 7,20 Mark betrugen.

De la Balme bespricht, beschreibt und erläutert durch Abbildungen auch eine dritte Gattung von Maschinen, welche

1) Architectura Hydraulica. (Neunte Ausgabe der Uebersetzung. Zweiter Theil. Drittes Buch, S. 2, Cap. IX. Taf. XX. Augsburg 1770) und hiernach in Hagen, Wasserbaukunst. Vierter Band. Dritter Theil. Tafel XXXIX.

2) A. a. O. §. 811 und 812.

3) Davon arbeiteten 3 Bootsleute im grossen Laufrade E und 2 Schiffsjungen im kleinen Laufrade F.

er zum Hafenreinigen (pour curer les ports) als vortheilhaft bezeichnet und die zur Gattung der Schöpfräder mit sich drehenden Eimern (am Radumfange) gehören und deshalb ganz richtig mit dem Namen „Radbagger“ bezeichnet werden müssen [1]).

Ein solcher Bagger soll bei etwa 30 Fuss Raddurchmesser am Umfange 6 parallelepipedische eiserne Kübel enthalten, deren Böden durch charnierartige Klappen zur rechten Zeit geöffnet und geschlossen werden können. Den Betrieb dieser Maschine will de la Balme durch Pferde beschaffen, die an einem Göpel laufen, der auf dem Deck des betreffenden Pontons (Prahm) angebracht ist.

Noch andere Radbagger beschreibt (unter Beifügung von Abbildungen) Krünitz im 21. Theile seiner Encyklopädie [2]). Zuerst bespricht derselbe eine derartige Maschine als die Erfindung eines Schweden mit Namen Knutberg [3]), von solcher Anordnung, dass nahe dem Umfange eines Rades vier kastenförmige Kübel befestigt sind, welche man an den äussersten Kanten nach der Bewegungsrichtung hin mit Messern, sogenannten Vorschneidern (Mudderschaufeln) zum Lösen der Bodenmassen versehen hat. Die Böden der Kübel lassen sich in geeigneter Weise schliessen und öffnen, während die Umdrehung des Rades durch Menschen erfolgt, welche fast ganz so an schwingenden Hebeln (Schwingbäumen) arbeiten, wie dies bereits Bd. I, S. 274 (Fig. 172 und 173) bei der Schiffswinde von Lenox der Fall war. Auch bei der Knutberg'schen Maschine wird die oscillirende Bewegung der Schwingbäume durch Einschaltung sogenannter Ratschenbewegung (Sperrad und Klinke, Klinken-Schaltwerke) in eine continuirliche Drehbewegung des Baggerrades umgesetzt.

Der Radbagger des Holländers Redelykheid [4]) ist am Umfange des Rades mit (durchschnittlich 16) gebogenen Röhren

1) Machines approuvées par l'Academie royale des sciences. Vol. III. (1713 bis 1719), Pg. 167, Pl. 1 et 2.

2) Artikel „Hafen“, Seite 61 u. 57.

3) Nach dem 11. Bande der Abhandlungen der königl. schwedischen Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1749, S. 132.

4) Krünitz citirt S. 55 a. a. O. eine 1776 erschienene Uebersetzung aus dem Holländischen, in welcher die Redelykheid'sche „Vertiefungsmaschine“ ausführlish beschrieben und abgebildet ist. In nachbemerktem, mir nur durch den Titel bekannt gewordenen Werke findet man wahrscheinlich noch Ausführlicheres über diese Maschine: „De nieuw uitge von den dip machine door Cornelii Redelykheid“, Amsterdam 1774.

ausgestattet, an deren äussersten Enden sich wieder Messer (Vorschneider) sowie Klappen (Ventile) befinden, welche letztere sich rechtzeitig selbstthätig öffnen und schliessen.

Die Umdrehung wird hier ebenfalls durch Menschen bewirkt, die an pendelartig aufgehangenen Hebeln wirken, deren oscillatorische Bewegung wieder mittelst Klinken-Schaltwerke auf das Baggerrad übergetragen wird.

Bemerkenswerthe Bagger mit senkrechter Eimerkette (verticale Eimerbagger) scheint zuerst Régemortes (1771) beim Baue der Brücke zu Moulin über den Allier in Anwendung gebracht zu haben [1]). Derartige Bagger sind namentlich dann von Vortheil, wenn es sich darum handelt, Fluss- oder Hafen- (überhaupt Bau-) Stellen zu vertiefen, wo man mit dem Platze sehr beschränkt ist.

Wir entlehnen dem unten citirten Hagen'schen Werke die Figur 123, welche die Seitenansicht der Régemortes'schen Bagger-Maschine darstellt. Abgesehen von den für unsere Zwecke unwesentlichen Pfahlrosten *a* mit Holmen *b*, worauf das Bockgerüst (Gestell) *cde* der ganzen Maschine, dem jedesmaligen Fortschreiten der Baggerarbeit entsprechend, leicht verschoben werden kann, besteht hier das Hauptwerkzeug aus der endlosen Kette *f* mit den daran befestigten eisernen Eimern *g*. Auf der Welle des oberen sechsseitigen Prismas (Turas, S. 260) ist ein Zahnrad *i* befestigt, in welches ein Getriebe *k* greift, welches letztere (in dem von Hagen besprochenen speciellen Falle) von vier an Kurbeln *l* wirkenden Arbeitern in Umdrehung gesetzt wird. Am unteren Ende läuft die Kette *f* über zwei Leitrollen oder Walzen *mm*, unter denen die Eimer weggezogen werden, während sie sich mit Bodenmasse füllen. Zum Auffangen des Baggermaterials, welches oben von den Eimern ausgeschüttet wird, dient eine kleine Rinne *p*, die ein besonderer Arbeiter jedesmal vorschieben und gleich darauf wieder zurückziehen muss, damit der Eimer in seinem Niedergange nicht gehindert wird.

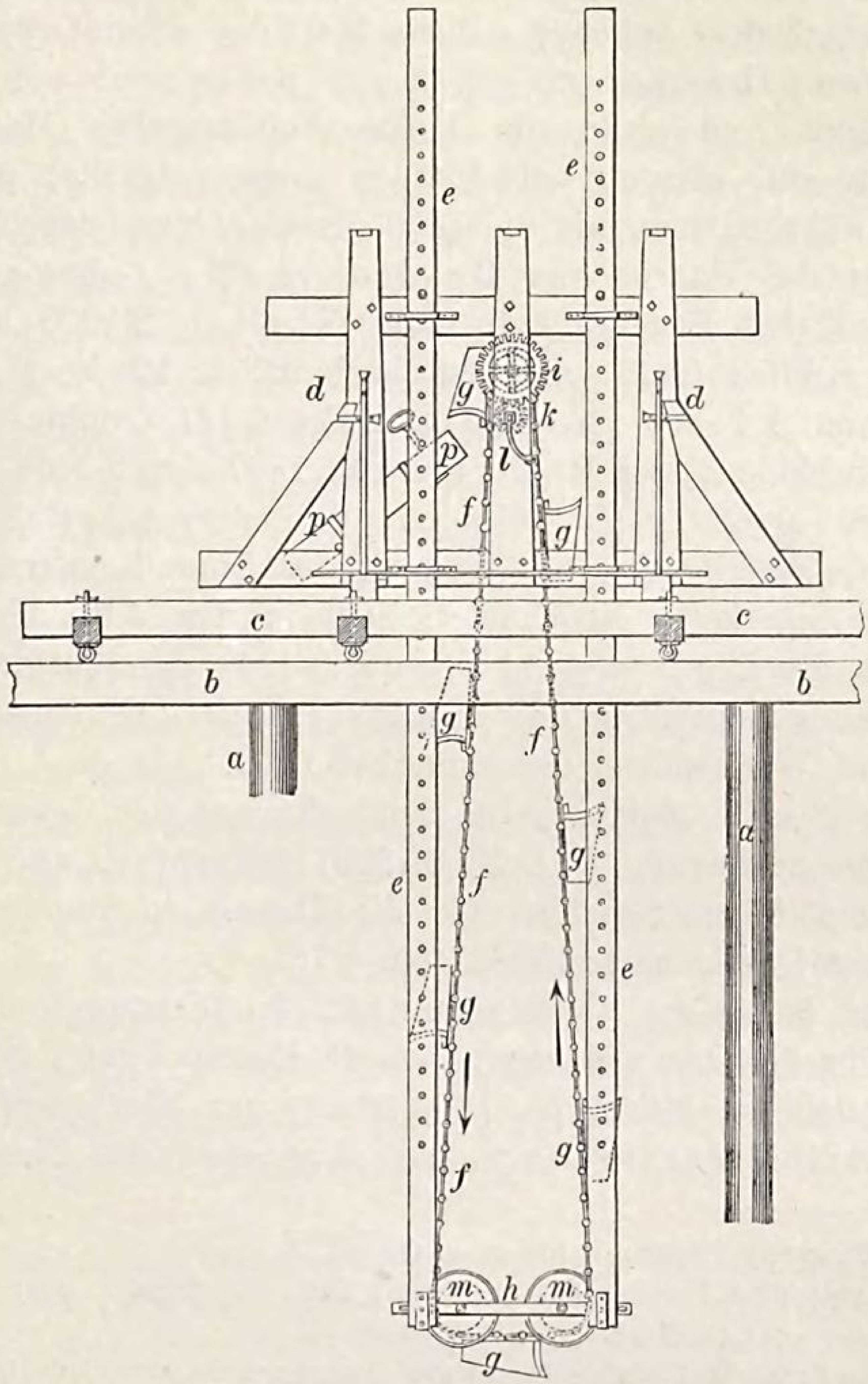
Um die Eimer in derjenigen Tiefe arbeiten lassen zu können, welche der beabsichtigten Baggerung entspricht, sind zwei senkrechte Bohlen *ee* vorhanden, denen zugleich unten der eiserne Querarm *h* für die beiden genannten Kettentrommeln *mm* zur Verbindung und Befestigung dient. Jede dieser Bohlen ist mit einer grossen Anzahl Löcher versehen, um solche mittelst Vorsteckbolzen in der erforderlichen Höhe zu halten. Bei noch grösseren Fördertiefen hat man begreiflicherweise die Kette *f* durch Einsetzen neuer Glieder entsprechend zu verlängern.

Die erste durch Dampfkraft betriebene Baggermaschine wurde 1796 bei der Soho-Fabrik, Firma Boulton & Watt (Bd. I,

1) Hagen, „Wasserbaukunst". Bd. 4, Theil 3, S. 141, citirt eine mir nicht zu Gesicht gekommene Abhandlung von Régemortes, „Description du nouveau pont construit sur la rivière d'Allier". Paris 1771, in welcher bemerkt sein soll, dass diese Maschine von einem gewissen de Lons herrühre.

S. 501 ff. Note, unten), für Arbeiten im Sunderland-Hafen von einem Ingenieur Grimshaw bestellt und ausgeführt [1]). Diesen mit dem Löffelsysteme (und zwar mit vier Stiellöffeln, spoons)

Fig. 223.



ausgestatteten Bagger hatte man in einem flachbodigen Schiffe von 60 Fuss Länge aufgestellt.

1) Quarterly Papers of Engineering. Vol. I (1844), Pg. 4. Unserer Quelle ist eine treue Copie des Bestellbuches (memorandum book) der Herren Boulton & Watt (vom 17. Juni 1796) beigefügt.

Die Betriebsdampfmaschine besass eine Arbeitskraft von vier Maschinenpferden (12⅛ Zoll Cylinderdurchmesser, 36 Zoll Kolbenhub).

Die zweite Dampfbaggermaschine soll 1802 Rennie für die Hull Dock Company in Vorschlag gebracht und deren Ausführung befördert haben [1]). Diese Maschine scheint zugleich der erste Dampfbagger mit Eimern gewesen zu sein, welcher in England und zwar von einem holländischen Mühlenbauer (a Dutch mill wright, heisst es in unserer Quelle) ausgeführt wurde, während man die 6pferdige Betriebsdampfmaschine ebenfalls aus der Fabrik von Boulton & Watt bezogen hatte. Mittelst dieses Baggers hob man jährlich 20000 bis 23000 Tonnen Schlick (mud) aus durchschnittlich 22 Fuss Tiefe im Preise von 3 Pence für jede Cubik-Yard (27 Cubikfuss) [2]). Die Dampfmaschine dieses Baggers wurde 1807 durch eine neue und kräftigere ersetzt. Mit letzterer Veränderung enthält unsere Quelle die vollständige Abbildung dieses Dampfbaggers.

Die Eimerkette ist geneigt, liegt in der Mitte des Schiffes, während die Eimer nach einer Seite hin ausgiessen, die Baggerleiter trägt oben und unten viereckige Prismen als Auflager und Wendemittel der Eimerkette etc.

Um dieselbe Zeit brachte auch der aus der Geschichte der Locomotivenerfindung (Bd. 3, S. 309) bekannte Trevethick eine Dampf-Baggermaschine für die Themse zu Stande, worüber in unserer Quelle nachzulesen sein würde [3]).

Eine besondere Veranlassung zur Einführung und Vervollkommnung der Dampfbagger gaben die Bemühungen der seit 1770 bestehenden schottischen Gesellschaft zur Verbesserung und namentlich Vertiefung des Fahrwassers des Flusses Clyde

1) Quarterly Papers, Vol. I a. a. O. pag. 5.

2) Oder 0,41 Franken (41 Centimen) für 1 Cubikmeter, oder endlich die Schachtruthe zu 1,46 Mark.

3) Im Pariser Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale, 34e année (1835) wird pag. 482 ein Schriftstück mitgetheilt, aus welchem hervorgeht, dass der bekannte amerikanische Ingenieur Oliver Evans bereits 1803 für die Corporation der Stadt Philadelphia einen Dampfbagger mit geneigter Eimerkette ausgeführt und in den Gang gebracht habe. Dieser Dampfbagger kann unmöglich Erfolg gehabt haben, da Marestier in seinem „Mémoire sur les bateaux à vapeur“ (Paris 1824) nicht das Mindeste von derartigen Dampfbaggern erwähnt, vielmehr pag. 251 einen Stielbagger beschreibt, der von Pferden am Göpel in Umdrehung gesetzt wird.

auf einer Strecke von Glasgow bis Greenock (Oot an der Clyde-Mündung in's irische Meer). Was hier mit Baggern geleistet worden ist, muss als enorm bezeichnet werden. Im Jahre 1770 hatte man zu Glasgow nur 1½ Fuss tiefes Fahrwasser zur Ebbezeit und höchstens 3 Fuss bei der Fluth [1]).

Mittelst einer Art Pflüge (ploughs) und einem Handbagger hatte man 1798 die Fahrwassertiefe der Fluthzeit auf 6 Fuss gebracht. Mit Einführung der Eimer- oder Paternoster-Dampfbagger 1825 bereits das Doppelte, also 12 Fuss Tiefgang, erreicht, welche letztere Zahl 1831 auf 13 Fuss, 1836 auf 15 Fuss, 1839 auf 17 Fuss, 1853 auf 19 Fuss und 1863 sogar auf 22 Fuss gebracht worden war, so dass zur Fluthzeit Schiffe (wie die Panzerfregatte der Black Prince) von 6000 Tons Deplacement und 21 Fuss Tauchung bis Glasgow gelangen konnten.

Nach solchen Ergebnissen war es begreiflich, dass sich die Eimer- oder Paternoster-Dampfbagger in England rasch verbreiteten und bereits am Anfange der 40er Jahre solche Mustermaschinen aufzuweisen waren, wie sie sich namentlich in dem bereits citirten John Weale'schen „Quarterly Papers“ [2]) auf schönen Kupfertafeln abgebildet und hinsichtlich Construction und Rentabilität erörtert vorfinden.

In französischen technischen Journalen wird zuerst im Jahre 1835 [3]) von einem Paternoster-Dampfbagger (mit Betriebsmaschinen aus dem englischen Etablissement von Boulton & Watt) berichtet, der mit Erfolg in Paris (wahrscheinlich zur Verbesserung des Fahrwassers der Seine) schon 1814 gearbeitet haben soll. Wahrscheinlich hat sich der französische Ingenieur Valcourt diesen Bagger zum Muster genommen, als ihm 1829 (angeblich) der Auftrag wurde, einen Dampfbagger für Nordamerika und zwar

1) Institution of Mechanical Engineers, Proceeding 1864, pag. 147 ff., und Oppermann, „Portefeuille économique des machines“. Sept. 1863, pag. 138 ff.

2) Im ersten Bande dieses Werkes finden sich Nachrichten über die Dampfbagger von Summers, Groves & Day in Southampton mit geneigter Doppel-Eimer-Kette und 20pferdiger Dampfmaschine und von Girwood in Glasgow mit einfacher Eimerkette, hinten ausgiessend. Im 2. Bande der Dampfbagger von Curtis & Kennedy in Liverpool, ebenfalls mit geneigter Doppel-Eimerkette und mit Dampfmaschinen von 25 Pferdekräften.

3) In der 1832 in Berlin erschienenen Abhandlung des Mühlen- und Bauinspectors Schwahn, „Fluss-Bagger-Maschinen“ ist noch von keinem Dampfbagger die Rede. Der Betrieb geschieht bei diesen Baggern überall durch Menschenhand oder Pferde am Göpel arbeitend.

für die Correctionen des Hafens von New-Orleans zu entwerfen. Das vorher citirte „Bulletin d'encouragement“ (34ᵉ année 1835, pag. 482) enthält auf Pl. 641 eine schöne Abbildung dieses Baggers, aus der man ersieht, dass derselbe als Doppelbagger mit zwei geneigten Paternosterwerken oder Eimerketten (zweileitrig) projectirt war, mit Pecquer'schen Hochdruckdampfmaschinen ausgestattet und jedes Räderwerk vermieden wurde, indem alle Transmissionen durch Riemen oder Ketten geschehen sollten. Zur Ortsveränderung und zum Fortlaufen des betreffenden Schiffes sollte ein am Hintertheile angebrachtes Ruderrad dienen. Ob dies Project wirklich zur Ausführung gelangte und mit Erfolg arbeitete, wird in unserer Quelle verschwiegen.

In Deutschland scheint der erste Dampf-Eimer- oder Paternoster-Bagger [1]) im Jahre 1841 für den Elbinger Hafen durch den Schiffsbaumeister Mitzlaff und den Maschinenbauer Schichau in Elbing ausgeführt worden zu sein, dem auch bald (1844) ein zweiter grösserer und verbesserter Bagger zur Vertiefung des Danziger Seehafens zu Neufahrwasser folgte und wovon sich Abbildungen und Beschreibungen in dem unten notirten Werke vorfinden [2]). Letzterer Bagger ist einleitrig, d. h. arbeitet mit einer einzigen geneigten Eimerkette (mit 20 Eimern), die in der Mitte des (86½ Fuss langen) Schiffes sich befindet, und giesst nach hinten aus. Die Betriebsdampfmaschine, deren Arbeitsgrösse zu 16 Pferdekräften angegeben wird, ist noch mit einem hochliegenden Balancier ausgestattet.

Seiner Zeit vermochte man mit diesem Bagger bei 16 Fuss Wassertiefe täglich im Schlickboden 100 Schachtruthen (à 12 . 12 . 1 = 144 Cubikfuss = 4,4519 Cubikmeter), im festen Boden jedoch nur 60 Schachtruthen zu fördern, wenn die Arbeit nicht unterbrochen wurde.

Castor in seinem grossen vortrefflichen Werke (Travaux de navigation et de chemins de fer etc.) [3]) datirt die allgemeinere Einführung der Dampf-Paternosterbagger in Frankreich aus dem Jahre 1840 und dieser nimmt für sich selbst wesentliche Verbesserungen derselben in Anspruch. Gegen Ende der 40. Jahre scheint Nillus in Hâvre seine ersten Dampfbagger für Bordeaux, Hâvre u. a.

1) Bauausführungen im Preussischen Staate. Bd. II (1851), S. 119.
2) Ebendaselbst mit 5 Blatt Zeichnungen in Kupferstich.
3) Machines à draguer, pag. 7 ff.

französische Häfen mit Schiffsschaalen aus Eisenblech geliefert zu haben. Ein schöner Doppelbagger dieses Constructeurs findet sich beschrieben, besprochen und durch drei Tafeln Abbildungen erläutert in Armengaud's „Publication industrielle". Vol. 7 (1851), Pg. 148 ff. Die Uebertragung der Beweguug von der Welle einer doppelcylindrigen Dampfmaschine (nach Penn'schen Modellen hergestellt) auf die obere Prismenwelle, erfolgt hier ausschliesslich durch Riemen.

In der Zeit der 40er Jahre fällt auch das Patent eines Engländers Duncan [1]) auf einen Dampfbagger mit Stielschaufeln (Löffelbagger), gleichsam eine neue verbesserte Auflage des vorher besprochenen Touloner Stielbaggers, was insofern von Interesse ist, als diese Thatsache zu der Classe von Beispielen gehört, welche zeigen, dass es auch im Gebiete des Maschinenwesens Dinge giebt, welche (beinah) von jeder neuen Generation wieder erfunden und als ganz neu von denen bezeichnet werden, welche sich um das Schondagewesene nicht kümmern! [2]) Duncan's Dampf-Stiel- oder Löffel-Bagger von 1842 wird (wie schon S. 51 erwähnt) 1871 von Gentili in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins (Jahrgang XXIII. S. 181) ohne Weiteres als eine neue Baggermaschine der Amerikaner Osgood & Co. in Troy (im Staate New-York) bezeichnet, die bei den Arbeiten der Drauregulirung aber fast unglaubliche Leistungen (gegenüber den Eimer- oder Paternoster-Baggern) gezeigt habe, worauf wir später zurückkommen werden.

Von den 40er Jahren an bis 1875 ist aus der Geschichte der Baggermaschinen Bemerkenswerthes etwa Folgendes zu berichten, wobei zugleich auf die Seite 255 bis mit S. 257 in chronologischer Folge verzeichnete „Literatur" des Gegenstandes aufmerksam gemacht werden muss.

1) Patent Specification, Nr. 9281 vom 7. September 1842. Sheet 6.

2) Dem im Texte besprochenen Beispiele der Schaufelbaggermaschine des Amerikaners Osgood verdient noch das der Hipp'schen Stromkratzmaschine beigesellt zu werden, eine unter Wasser drehbare Kratzvorrichtung (eine Egge, welche um eine horizontal gelagerte Welle rotirt). Diese rotirende Kratze, welche 1865 (Jahrg. XV.) in der Erbkam'schen Zeitschrift für Bauwesen, S. 114, als etwas neues bezeichnet wird, wurde bereits 1841 (also 24 Jahre früher) dem Engländer William Scamp in Woolwich patentirt. Die betreffende (Patent-) Specification trägt die Nummer 8848 und ist mit einer grossen Tafel Abbildungen begleitet.

Die seit gedachter Zeit verbreitetsten und beliebtesten Bagger sind die, nach dem Principe der Paternosterwerke, mit geneigter oder vertical arbeitender Eimerkette, einleitrig oder zweileitrig, wozu noch erwähnt werden muss, dass Waltjen in Bremen für das Arbeiten in geeignetem Schlick die bereits S. 259 besprochene alte holländische Moddermühle vortrefflich umconstruirt und mit Beachtung aller Fortschritte des rationellen Maschinenbaues der Neuzeit ausgestattet hat [1]).

Auf einen von C. Waltjen in Bremen für Hamburg ausgeführten, ganz eigenthümlichen Dampfbagger mit einer vertikalen, aber oscillirenden Eimerkette kommen wir nachher zurück, weshalb auf diesen hier nur aufmerksam gemacht werden mag. Beachtenswerth sind ferner die beim Baue des Suez-Canales in Anwendung gebrachten Eimerbagger und zwar besonders deshalb, weil man hier in sehr vielen Fällen die Baggermassen an's Ufer transportiren und demnach zu den bereits S. 56 besprochenen und abgebildeten mächtigen Elevatoren und langen Rinnen (long couloirs) [2]) seine Zuflucht nehmen musste. Diese letzteren ganz besonderen Constructionen werden am ausführlichsten und gründlichsten von einem der Bauunternehmer am Suez-Canale, einem Herrn Borell (Firma: Borell & Lavalley), besprochen in den Proceedings der Institution of Mechanical Engineers für 1867, worauf also hier verwiesen werden kann [3]).

Rühmlichst zu erwähnen sind noch die zur Regulirung des Plauer Canales von der Dampfschifffahrts-Compagnie zu Buckau bei Magdeburg (Director Andreae) gelieferten Dampfbagger mit einer geneigten Eimerkette [4]), sowie die neueren Hamburger Bagger, deren Fahrzeug und Baggergeräth die Reiherstieger Schiffswerfte (Director Ferber) lieferte, während die Dampfmaschine und Zubehör aus der Maschinenfabrik Schmielinsky Söhne in Hamburg hervorging. Ferner verdienen die Dampfbagger (Dampf-

1) Wiebe's Skizzenbuch, Heft XXII. u. XXIII.

2) Oppermann, Portefeuille des machines. 14e année, 1869, Pg. 26. Pl. 15 et 16.

3) In Betreff ganz vorzüglicher Darstellung eines der betreffenden Dampfbagger mit einem Eimer- oder Paternoster-Werke in der Mitte des Schiffes sehe man Armengaud's Publication industrielle des machines, Vol. 17 (1867), Pg. 87, unter der Ueberschrift: „Grande drague à vapeur a une seule élinde". (Pl. 7 bis 9).

4) Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen. 1867 (XVII.), S. 350.

maschinen bis zu 50 Nominal-Pferdekräften) der Londoner Firma Simons & Co. für den Hafen von Dundee bestimmt [1]) erwähnt zu werden, sowie endlich, nach dem Vorgange von Mazeline in Hâvre (im Jahre 1857), deren combinirter Dampfbagger und Dampfprahm (Steam-Hopper) mit Schraube als Propeller und einem einzigen geneigten Eimerwerke, welchen dieselben Ingenieure unlängst für die canadische Regierung lieferten [2]). Auf die überraschend grossen Leistungen (Versuchsresultate unserer Quelle) dieser „Hopper-Dredger" verdient besonders aufmerksam gemacht zu werden. Hier am Schlusse der bis 1875 reichenden geschichtlichen Notizen werde ferner noch der sogenannten Saugbagger gedacht, die sämmtlich auf das Princip derjenigen Wasserhebmaschinen basirt sind, bei welchen der Druck der atmosphärischen Luft eine motorische Rolle spielt und die man begreiflicher Weise nur verwenden kann, wenn es der (halbflüssige) Zustand der Baggermasse gestattet. Diese Maschinen sind entweder Centrifugalpumpen mit rotirenden Flügelrädern (Turbinen), wie die Centrifugalbagger von Gwynn in London [3]) und von Burt zu Velsen (Nord-Holland) [4]), oder es sind Kolben-Pumpen mit anschliessender Liederung und geradlinig wiederkehrender Bewegung, wie insbesondere die Sandpumpe von Gill [5]), welche letztere sowohl beim Absenken der Brunnen für die Pfeiler der Brücke über den Djumnafluss (Delhi-Eisenbahn), als auch zur Herstellung von Brunnen auf den Berliner Wasserwerken mit Erfolg benutzt wurde. Bemerkt zu werden verdient hierbei vielleicht noch, dass Castor bei der Gründung der Pfeiler der Eisenbahn-Rheinbrücke zwischen Strassburg und Kehl [6]) die unter Anwendung von Luftdruck in eisernen

1) The Engineer vom 13. Octbr. 1872, Pg. 250—256.

2) The Engineer vom 3. Mai 1872, Pg. 309—312. Dergleichen englische Ballast-Bagger (doch ohne Dampfmaschine arbeitend), wobei das Werkzeug ein Sack am Stiele ist, beschreibt schon Hagen a. a. O, §. 73, S. 123.

3) Engineering. 1869, Nr. 157, Pg. 4, und hieraus in der Zeitschrift deutscher Ingenieure, Bd. XIII. (1869), S. 580.

4) Dasselbe Journal, 1871, Nr. 216, Pg. 133 und Mittheilg. des Hannoverschen Gewerbe-Vereins Jahrg. 1869, S. 30.

5) Z. f. B.-, H.- u. S.-W. in Preussen, 1871, S. 25, u. Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XVI. 1872, S. 209.

6) Mit vortrefflichen Abbildungen auf Tafel XVII u. XVIII. begleitet in dem bereits wiederholt citirten Werke Castor's ausführlich besprochen.

Caissons [1]) zugänglich gemachte Bodenmasse, vorzugsweise Kies (gravier), mittelst Dampfbagger hob, welche zur Gattung der verticalen Paternosterwerke gehörten und welche die Bodenmasse in einer Tiefe von 18 Meter und mehr unter Wasser lösen mussten.

§. 14.

Specielles über Dampfbagger der Gegenwart.

Aus dem vorigen Paragraphen erhellt, dass unter den drei zur Zeit in Anwendung befindlichen Gattungen von Baggermaschinen, nämlich Paternosterwerke, Stielschaufel-(Löffel-)Bagger und Saugbagger, die ersteren sich vorzugsweise bewährt haben und wahrscheinlich noch länger die beliebtesten und praktisch brauchbarsten bleiben werden, während die Angaben über beispiellos hohe Leistungen der neuesten amerikanischen Stielschaufelbagger [2]), wenigstens gegenwärtig, noch etwas zweifelhaft sind und die Saugbagger nur unter ganz besonderen Umständen Anwendung finden können [3]).

Zur Zeit haben sich für specielle, geeignete Arbeiten, gleichsam als vierte Gattung der gegenwärtigen Baggermaschinen, noch die sogenannten Greifer- (Zangen- oder Teufelsklauen-) Maschinen heimisch gemacht, worüber bereits Seite 51 kurz berichtet wurde und wozu auch die (Pristmann'schen) Krahnbagger gehören.

1) Die betreffenden Caissons, viereckige, eiserne, nach der dem Boden (Flussgrunde) zugekehrten Seite offene Kästen, in welchen man atmosphärische Luft comprimirte, um durch deren Pressung den Wassereintritt (bis zu 18 Meter Tiefe) zu verhindern, hatten 7 Meter Länge, 5 Meter Breite und 3,40 Meter Höhe. Castor a. a. O. Pg. IX. u. Pg. 97.

2) Zeitschrift des österr. Ingenieur- u. Architekten-Vereins, XXIII. Jahrgang 1871, S. 182.

3) Stielschaufelbagger werden, ungeachtet der besten Bagger mit Paternosterwerken, überall da mit Nutzen zu verwenden sein, wo man nicht bloß mehr oder weniger continuirlich gleichförmig weiche oder lockere Masse (Schlick, Erde, Sand, Kies), sondern grobes Steingerölle, Steinblöcke, Baumreste oder sonstige Einzelkörper zu heben hat, oder wo die betreffenden Arbeiten unmittelbar an den Kaimauern, zwischen den sogenannten Duc d'Alben, in der Nähe von Ladungs- und Landungsbrücken etc. ausgeführt werden müssen.

(Interimstitel.)

Allgemeine Maschinenlehre.

Ein Leitfaden für Vorträge,

sowie zum Selbststudium des heutigen Maschinenwesens, mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwickelung.

Für

angehende Techniker, Cameralisten, Landwirthe und Gebildete jeden Standes.

Von

Dr. Moritz Rühlmann,
Geh. Reg.-Rath u. Professor an der Kgl. technischen Hochschule in Hannover.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Vierter Band.

Zweite Lieferung.

Mit 223 Holzschnitten.

Leipzig 1887.
Baumgärtner's Buchhandlung.

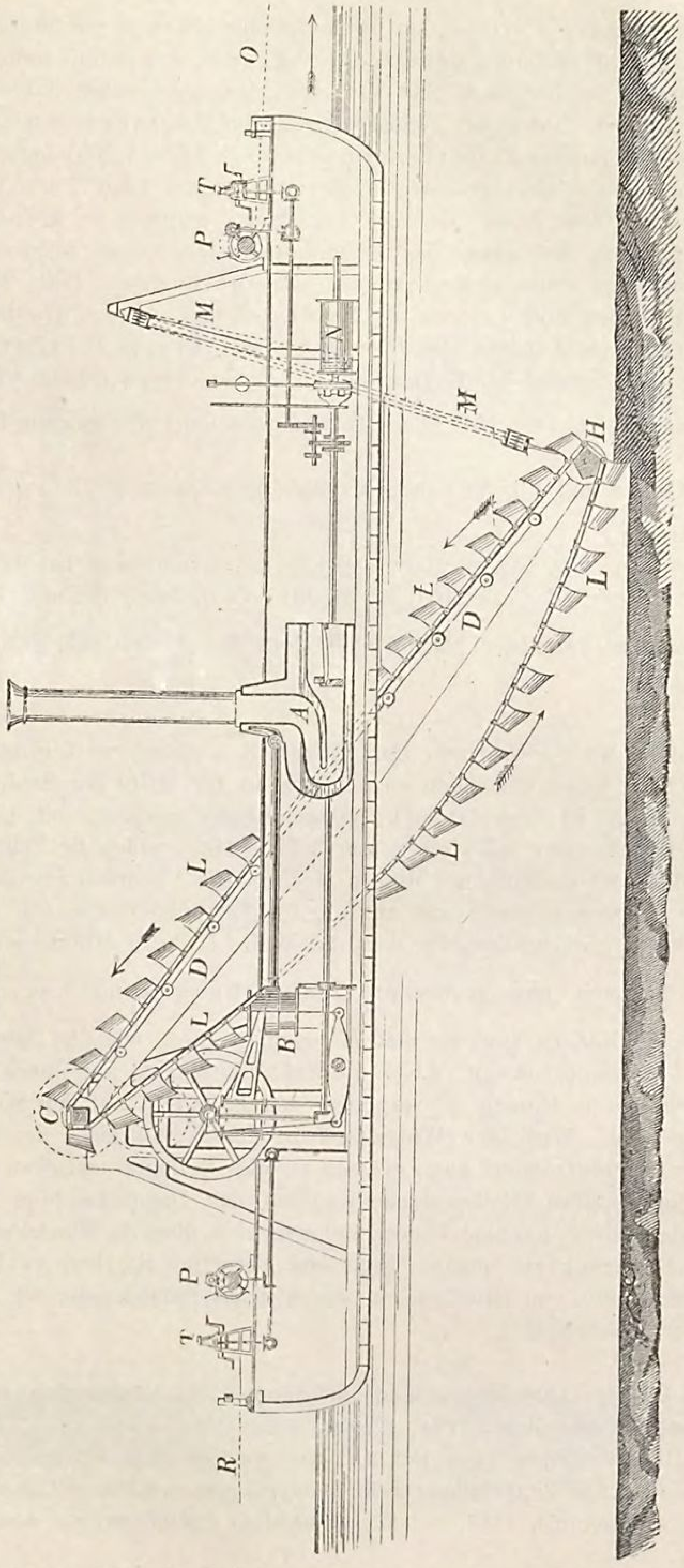


Fig. 224.

Entsprechend vorstehenden Bemerkungen richten wir unsere Aufmerksamkeit zunächst auf die Paternosterbagger, d. h. auf diejenige Baggergattung, welche bereits S. 268 als Eimerbagger bezeichnet wurde, wobei die zugehörigen Eimer an endloser gegen den Horizont geneigter oder an vertikal gerichteter Kette (Beziehungsweise S. 53 und 265) befestigt sind.

Um zugleich dem geschichtlichen Uebergange, (den Fortschritten) vom Anfange der 60er Jahre bis zur Gegenwart, genügen zu können, behalten wir zur näheren Erörterung das Beispiel der ersten Auflage unseres Buches bei und besprechen einen sogenannten Doppelbagger. (Fig. 224 und 225) mit Ketteneimer und Leitern an beiden Langseiten des Baggerschiffes wie er noch am Anfange der 60er Jahre von Thomas Wingate & Co. in Glasgow zum Zwecke der Regulirung des Clyde-Flusses erbaut wurde[1]).

Dabei zeigt Fig. 224 den Längendurchschnitt des ganzen Baues in $\frac{1}{240}$ wahrer Grösse und Fig. 225 dessen senkrechtes Querprofil in $\frac{1}{120}$ der wirklichen Grösse.

Das ganz aus Eisen erbaute Schiff mit Flachboden hat 120 Fuss engl. (36, 5 m) Länge, 33 Fuss (10,0 m) Breite und (normal) 5 Fuss (1, 53 m) Tiefgang (Tauchung.) Die Blechplatten des Bodens sind $\frac{7}{16}$ Zoll, die der Seitenwände $\frac{5}{16}$ Zoll dick.

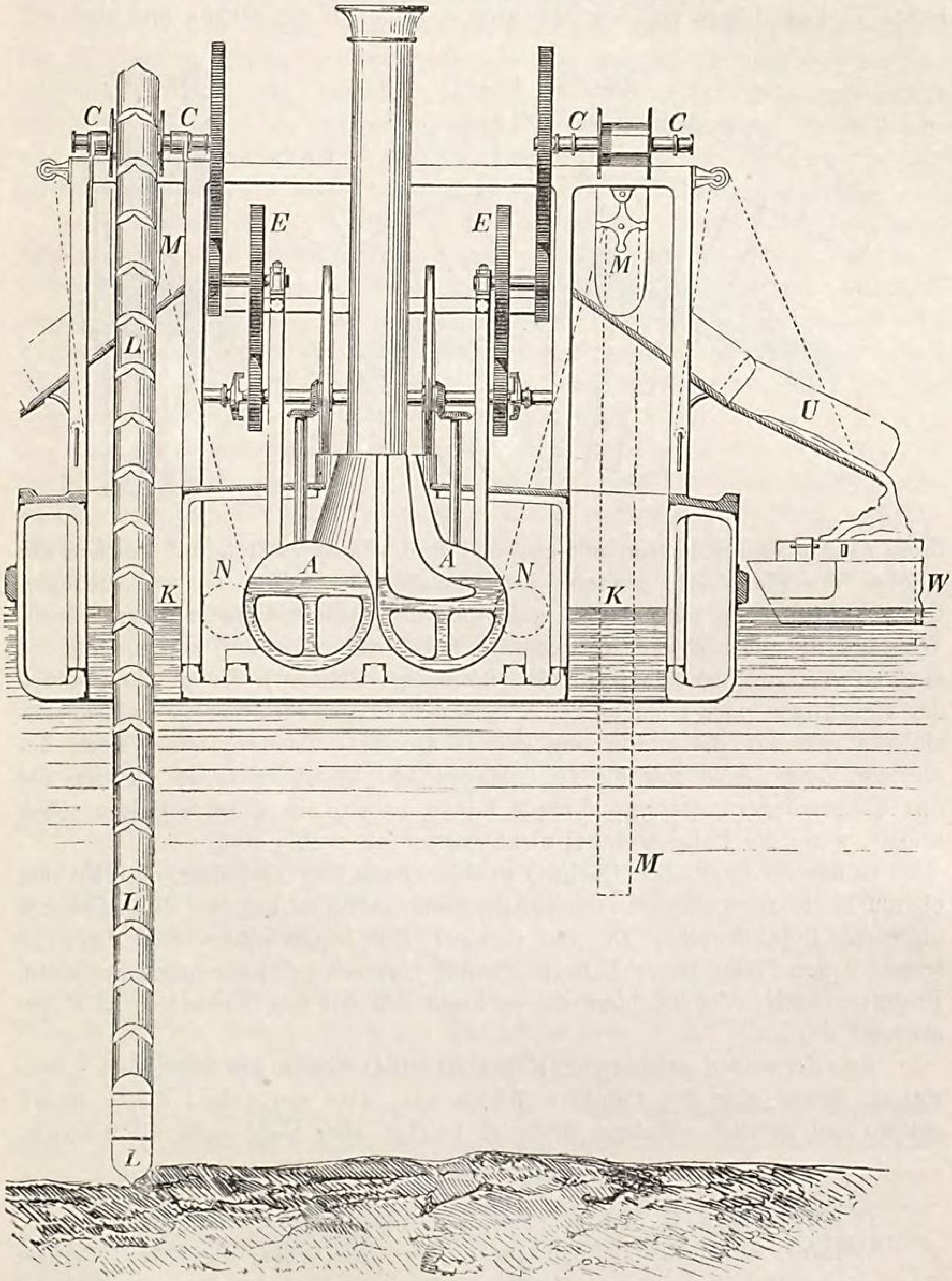
Die beiden vorhandenen Dampfkessel *A A* (jeder von 6 Fuss Durchmesser und 15 Fuss Länge) befinden sich nahezu in der Mitte der Schiffsschaale etc. Der Motor *B* ist (noch!) eine Balancierdampfmaschine mit Cylindern von 37 Zoll Durchmesser mit Kolben von 3 Fuss Hub, wobei die Schwungradwelle (gewöhnlich) 32 Umläufe pro Minute macht. Die Uebertragung der Bewegung von der Schwungradwelle aus auf die Kettentrommelwelle *C C* erfolgt durch zwei Paar Zahnräder, derartig, dass die Welle *C C* pro Minute nur 6 Umläufe macht, demnach eine sogenannte Rückwärtsübersetzung von $\frac{6}{32}$ stattfindet. Von diesen Rädern sind die bei *E* so angeordnet, wie die Detailfiguren 226 und 227 erkennen lassen, d. h. die Zahnkränze sind nur durch Reibung mit gut abgedrehten Ringen *F* vereinigt, welche allein auf der Welle von *EE* befestigt sind. Wird der Widerstand in den Theilkreisen der Zahnräder *E* (von der Kettentrommel aus) grösser als die Reibung zwischen *G J* und *F*, so werden letztere (Reibungsscheiben) von der Dampfmaschine allein umgedreht, ohne die Zahnräder *E* mitzunehmen, d. h. ohne die Eimerkettentrommeln *C C* in Bewegung zu setzen. Dass eine derartige Reibungs-Kuppelung zur Vermeidung von Brüchen ein wesentliches Erforderniss ist, bedarf wohl kaum der Erörterung[2]).

1) Unsere Abbildungen sind entnommen der „Institution of Mechanical Engineers". Proceedings. 1864. Pl. 49—51.

2) Der Verfasser kann sich mit der Ansicht nicht einverstanden erklären, welche die Frictionskuppelungen (beim Dampfbagger zum Plauer Canale, Erbkam's Zeitschr. f. Baukunst, 1867, S. 356) unter allen Umständen für unnöthig erachtet.

Die Innenseite eines jeden betreffenden Ringes *G*, womit das zugehörige Zahnrad G^2 den äusseren Ring von *F* berührt, ist an mehreren Stellen mit gusseisernen Einlagen *J* (von 8 Zoll Länge und 1 Zoll Dicke) ausgestattet, welche man mittelst Schrauben gegen die Aussenfläche des Ringes *F* pressen und dadurch die erforderliche Reibungsgrösse erzeugen und reguliren kann.

Fig. 225.



Die zu den grossen Zahnrädern *EE* gehörigen Getriebe sitzen überdies lose auf der Schwungradwelle, wesshalb auf letzterer sogenannte Klauenkupplungen (in Fig. 225 sichtbar) angebracht sind, die man gehörig einrücken muss, wenn die Umdrehung der Schwungradwelle der Dampfmaschine auf die Wellen *CC* der Kettentrommeln übergetragen werden soll.

Die Baggerleitern oder Baggerschlitten *DD* (zwei für jede Eimerkette) aus schmiedeeisernem Gitterwerke gebildet (im Querschnitt viereckige Röhren), haben 77 Fuss Länge und 3²/₃ Zoll grösste Höhe (in der Mitte), und sind auf

Fig. 226.

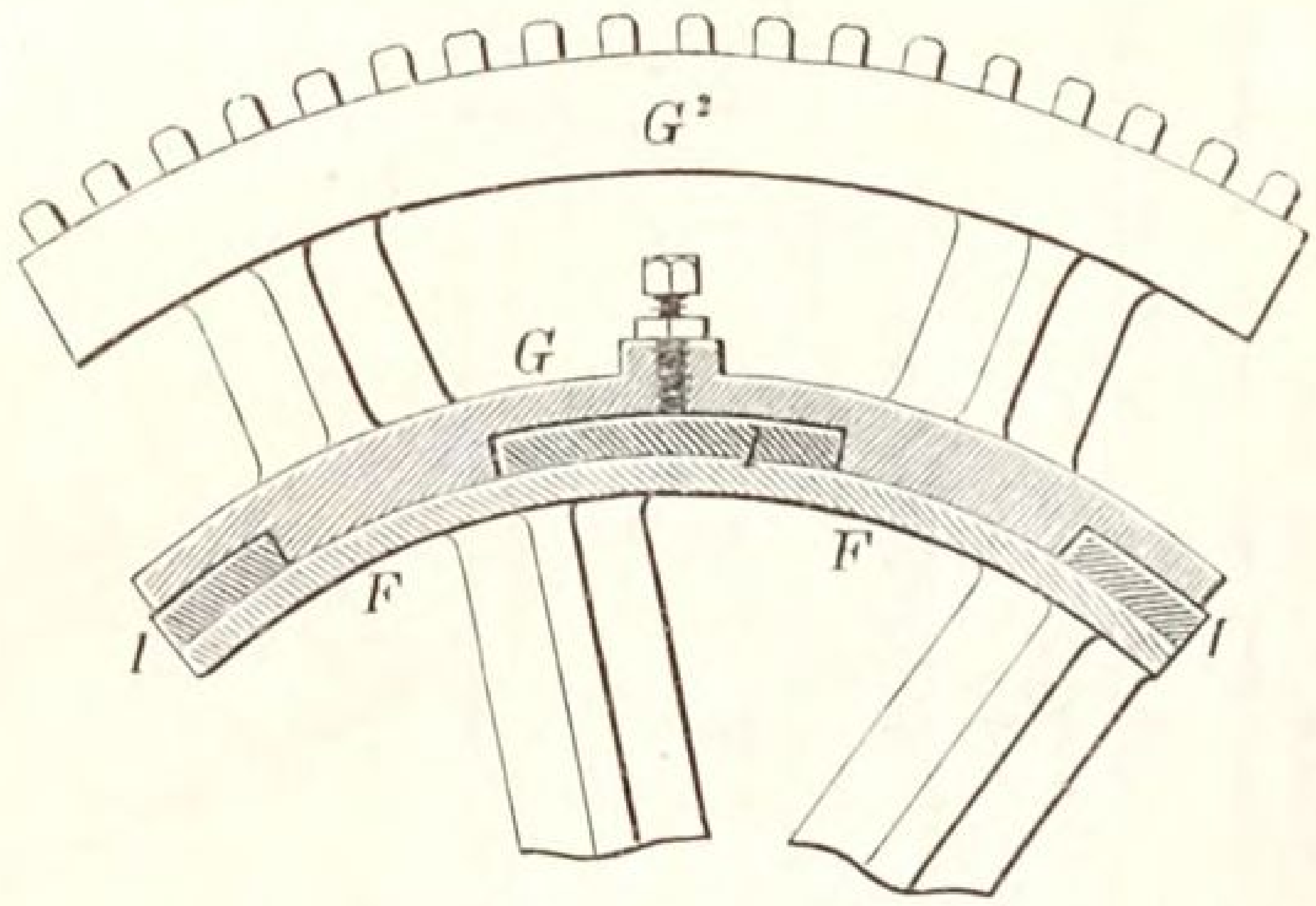
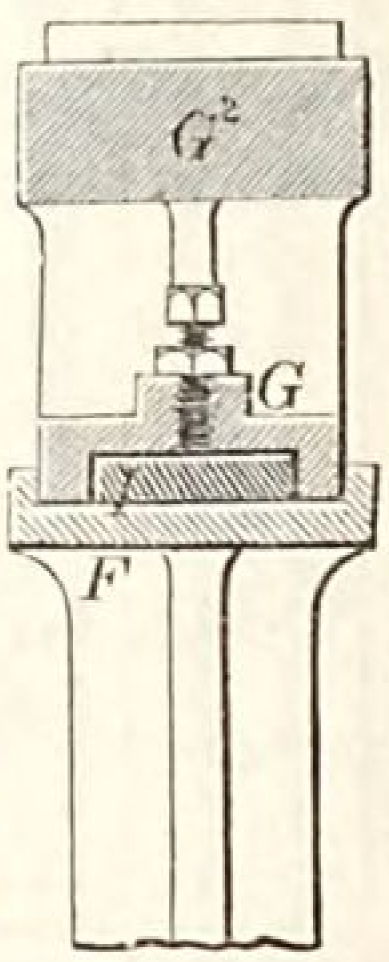


Fig. 227.



ihren oberen Längenkanten mit eisernen Rollen ausgestattet, auf welchen die Glieder der Eimerkette gleiten. Bemerkenswerth dürften die verschiedenen Querschnittsformen der oberen und unteren Kettentrommeln (Turas) sein. Während die oberen bei *CC* Quadrate (vierseitige Prismen) bilden, sind die unteren *HH* regelmässige Fünfecke (fünfseitige Prismen). Ueber die Vorzüge der vierseitigen oder mehrseitigen Prismen lässt sich streiten, in welcher Beziehung wir auf die unten angegebene Quelle[1]) verweisen und noch bemerken, dass sobald nur die Seitenlängen vom Querschnitte des Prismas die den Kettengliedern correspondirende Länge haben, ein sicheres Halten schon erfolgt, wenn die Polygonwinkel nicht grösser als rechte sind.

In unserer englischen Quelle[2]) wird bestimmt hervorgehoben, dass bei den oberen Kettentrommeln eine solche Anordnung getroffen ist, dass die (schmiedeeisernen) Betriebswellen *CC* das Gewicht der Baggerleitern *DD* nicht zu tragen haben. Jede dieser Leitern arbeitet übrigens in sogenannten Schlitzen, Brunnen (wells) oder Buchten, die in Figur 225 mit den Buchstaben *KK* bezeichnet wurden.

Jede der beiden arbeitenden Ketten ist mit 41 Eimern aus Eisenblech ausgestattet, deren jeder 3³/₄ Cubikfuss Inhalt hat. Das von jedem dieser Eimer gelöste und wirklich gehobene Material beträgt aber nicht mehr als 2 Cubik-

1) Hagen a. a. O. (Bd. 4, Theil 3, S. 146).

2) Instit. of Mechan. Engineers, Proceedings, 1864, Pg. 152. Ferner: Franzius „Der Wasserbau". Zweite Auflage. Dritte Abtheilung, S. 326.

fuss, dabei allerdings Sand vorausgesetzt. Bei $6^1/_2$ Umläufen der oberen Kettenwellen *CC* schütten sie pro Minute 13 bis 14 Eimer Material aus. Die Geschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung der Eimerkette beträgt circa 0,90 Fuss pro Secunde[1]).

Die von den Ketteneimern gehobene Masse wird in gehörig (30 bis 45 Grad) geneigte Rinnen *U* (Fig. 225) ausgeschüttet und weiter in sogenannte Baggerprahme *W* (meistens flachbödige Fährschiffe, Pontons oder Kasten) gefördert und in diesen nach geeigneten Ablagerstellen geführt.

Die Tiefe, in welcher gebaggert werden muss, wird durch einen Flaschenzug *M* regulirt, dessen unteres Ende mit der unteren (fünfseitigen) Kettentrommel *H* in geeignete Verbindung gesetzt ist, während das obere Zugseilende mit einer Winde *N* in Verbindung steht, die ihre Umdrehung ebenfalls von der Betriebsdampfmaschine *B* aus empfängt. Die grösste Tiefe, in welcher unser Bagger (unter Wasser) arbeiten kann, wird zu 28 Fuss angegeben.

Die erforderliche Vorwärtsbewegung des Baggers stromaufwärts (zu Berg) wird mittelst einer zweiten Winde *P* (am Schiffsvordertheile) ertheilt, auf deren Trommel sich eine Kette *O* aufwickelt, die mit ihrem zweiten Ende (stromaufwärts) gehörig verankert ist[2]). Die Winde *P* wird gleichfalls von der Betriebsdampfmaschine *B* aus in Thätigkeit gesetzt, wonach das Schiff um einen Weg von $4^1/_2$ Fuss pro Minute in weichem Sande und um $1^1/_2$ Fuss pro Minute in härterem Materiale zum Fortlauf gezwungen wird.

Bei der Arbeit des Baggerns werden parallele Rinnen und zwar hier von je 125 Fuss Länge ausgehoben und dabei (wie man zu sagen pflegt) gegen den Berg gebaggert. Nach Darstellung zweier solcher Rinnen (durch unseren Doppelbagger) und vor Beginn zweier neuen Rinnen holt man das Baggerschiff zurück, wozu zwei andere Taue *RR* (Fig. 224) stromabwärts verankert sind. Die erforderlichen Winden sind in der hier folgenden Grundrissskizze Fig. 228 hinlänglich angedeutet, wozu noch erwähnt werden mag, dass der Betrieb dieser Winden durch eine besondere kleine Hochdruckdampfmaschine mit 12zölligen Cylindern erfolgt und dass die Baggermaschinerie während des Rückganges des Schiffes ganz zum Stillstand gebracht wird. In der Regel erfolgt dies Zurückholen des Baggers in ungefähr 15 Minuten Zeit, so dass die Geschwindigkeit dieser Bewegung pro Minute $\frac{125}{15}$ circa 8 Fuss beträgt.

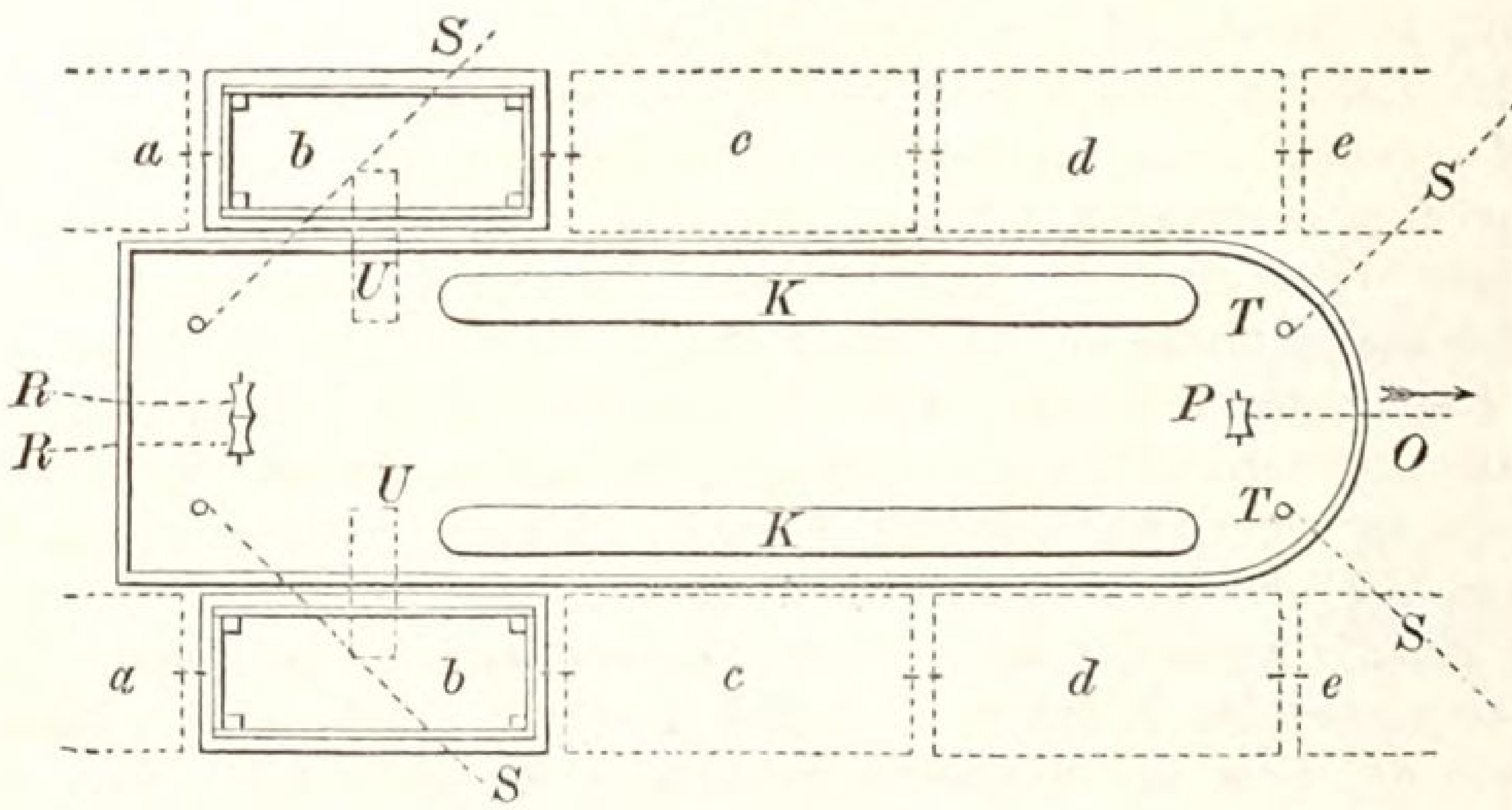
Zur erforderlichen Seitenbewegung des Schiffes, um dasselbe nach erfolgtem Rückgange zum Ausheben neuer zu ersteren parallel liegenden Rinnen fertig zu stellen, hat man in unserem Falle noch vier Seiten-Anker angebracht, deren Taue in Fig. 228 mit dem Buchstaben *S* bezeichnet sind, während die zugehörigen vier Winden durch die Buchstaben *T* markirt wurden. Diese Winden können sowohl durch die Dampfmaschine *B* des Baggerwerkes als auch durch Menschenhand in Thätigkeit gesetzt werden.

1) Hagen bemerkt (a. a. O. S. 159) hinsichtlich der Kettengeschwindigkeit dass 1 Fuss pro Secunde als das Maximum anzusehen sein dürfte, dass aber eine Geschwindigkeit von $^3/_4$ Fuss noch vortheilhafter wäre.

2) Nach unserer Quelle liegt der betreffende 12 Cntr. schwere Anker beim Beginn der Baggerarbeit ungefähr 600 Fuss vom Vordertheile des Schiffes stromaufwärts.

In unserer Grundrissfigur 228 ist noch angedeutet, wie zu beiden Seiten des Schiffes eine Reihe von Baggerprahmen *a, b, c, d* ... in gehöriger Ordnung angelegt, nach Füllung (mit etwa 10 Tons[1]) oder circa 216 Cubikfuss Baggermasse) einer entsprechenden Anzahl derselben von Schleppdampfern nach geeigneten Ablagerstellen geführt werden können.

Fig. 228.



Muss die gebaggerte Masse weit in's Meer hinaus gefahren werden, so benutzt man hierzu entweder besondere Bagger-Prahm-Dampfer oder man combinirt sogleich Bagger-Schiff und Prahm. In unserer Quelle[2]) wird auch der von der Clyde-Corrections-Gesellschaft benutzte Schrauben-Bagger-Prahm (Screw Hopper Barge) beschrieben und durch Abbildungen erläutert, dessen Dampfmaschine sowohl die Umdrehungen der Schraube beim Fortlaufe des Schiffes (zum Transporte des Baggergutes in's Meer oder nach Fluss-Untiefen) besorgt, als auch zum Oeffnen von Bodenklappen im Schiffe dient, wenn das Ausladen (Fallenlassen) der gebaggerten Masse erfolgen soll[3]). Wir kommen nachher auf diese grossen Dampfbagger, mit Schrauben als Propeller, zurück.

1) An einer Stelle unserer Quelle (a. a. O. Pg. 149) wird das jährliche Baggerquantum des von uns besprochenen Werkes zu 179200 Tons angegeben und dies Gewicht gleich 143360 Cubik-Yards gerechnet. Hiernach wurde die Reduction der 10 Tons Gewicht auf 216 Cubikfuss ausgeführt. Das specifische Gewicht der Baggermasse ergiebt sich dann zu $1^2/_3$ und der Cubikfuss zu $1^2/_3 \cdot 62{,}5 = 103{,}75$ Pfund englisch.

2) Instit. of Mechanical Engineers. Proceedings 1864, Pg. 156, Pl. 54, 55.

3) Später folgender Leistungsangaben verschiedener Dampfbagger wegen entlehnen wir unserer englischen Quelle noch Nachstehendes:

Das in 2680 Arbeitsstunden (in einem Jahre) gebaggerte Quantum wird zu 303957 Tonnen oder in zehn Arbeitsstunden (pro Tag) zu 1134 Tonnen, d. i. **pro Stunde zu $113^1/_2$ Tonnen** angegeben. Rechnet man wie vorher (Note 1 auf dieser Seite) die Tonne zu 21,60 Cubikfuss engl. oder zu 0,6112 Cubikmeter, so erhält man für dies stündliche Quantum 2451,6 Cubikfuss engl. oder 69,38 Cubik-

So vortheilhaft hinsichtlich Vertheilung der Massen und der grösseren (doppelten) Leistung ein sogenannter Doppelbagger mit an beiden Langseiten des Schiffes placirten Eimerleitern etc. gegenüber einem Bagger mit nur einer Leiter auch auf den ersten Blick erscheint, ebenso wenig bestätigt dies die Erfahrung, vielmehr lehren die Beobachtungen ausgezeichneter Praktiker [1]), dass die Leistung eines Doppelbaggers recht oft nicht grösser, als die eines einfachen Baggers (mit einer Leiter) ist, welcher mit einer Dampfmaschine von der halben Arbeitsgrösse des Doppelbaggers ausgestattet wurde. Die Ursachen dieser Thatsache sind mehrfache. Erstens sind die an beiden Seiten angelegten Prahme (zum Transporte des Baggergutes) nicht in ganz gleicher Zeit zu füllen und auszuwechseln, um jede Betriebsunterbrechung und Pausen im Arbeitsgange zu vermeiden. Zweitens schwanken, heben und senken sich bei bewegtem Wasser (Wellenschlage) die Baggerleitern des Doppelbaggers (zufolge des Schlingerns oder Drehens des Schiffes um seine Längenachse) zuweilen derartig stark, dass ein nachtheiliges Aufstossen der unten befindlichen Eimer ganz

meter, oder endlich 15,58 preussische Schachtruthen, eine Schachtruthe zu 4,4519 Cubikmeter gerechnet.

Ueber die Betriebsdampfmaschine berichtet unsere Quelle, dass sie 37 Zoll Cylinderdurchmesser und 8 Fuss Kolbenhub habe, sowie dass die Schwungradwelle im Mittel 33 Umläufe pro Minute mache, endlich die Dampfpressung im Kessel 4 Pfund pro Quadratzoll über Atmosphärendruck betrage. Der Kolben hat hiernach 1075,21 Quadratzoll Querschnitt, so dass derselbe mit ungefähr $1075,21 \times 14,7 = 15806$ Pfd. resultirendem Druck (4 Pfund pro Quadratzoll Gegendruck vom Condensator aus gerechnet) zur Bewegung angeregt wird. Die Geschwindigkeit des Kolbens pro Secunde ergiebt sich (nach Vorstehendem) zu $\frac{2 \,.\, 3 \,.\, 33}{60} = 3,3$ Fuss und demnach die theoretische Arbeit (wenn mit *Volldampf gearbeitet* wird) zu 52160 Fuss-Pfd. pro Sec. Rechnet man hiervon 45 Proc. als wirklich geleistet, so ergiebt dies circa 23472 Fuss-Pfd. oder $\frac{23472}{550} = 42$ Pferdekräfte. *Oppermann* (Portefeuille des Machines, Vol. 81, 1863, Pg. 143) giebt für die Nutzarbeit dieser Maschine 40 Pferdekräfte an, wonach sich die Leistung des Baggers pro Stunde und pro Pferdekraft *nur* zu $\frac{69,38}{40} = 1,74$ Cubikmeter oder zu $\frac{693800}{40.44519}$ $= 0,389$ Schachtruthen berechnet, während gute Bagger wenigstens *eine* Schachtruthe pro Stunde pro Pferdekraft liefern. Wahrscheinlich arbeitet die Maschine nicht mit Volldampf, sondern sperrt sehr früh ab. Später mehr über derartige Leistungen.

1) *Hagen* a. a. O. S. 161.

unvermeidlich ist, wodurch die Wirksamkeit der Maschine nicht blos beeinträchtigt, sondern letztere auch leicht beschädigt wird. Drittens kann das Zurückholen des Baggerschiffes, wenn eine Rinne hergestellt ist und der Angriff neuer (paralleler) Rinnen vorbereitet werden muss, nicht gleich bequem und so rasch bei zwei Leitern geschehen, als dies bei einer Leiter der Fall ist, da der ganze Bau seiner grossen Breite wegen unbeweglicher wird. Diese und noch andere Rücksichten sind die Veranlassung, dass man in jüngster Zeit die Doppelbagger immer mehr verlässt und Baggern mit einer Eimerleiter den Vorzug giebt [1]).

Einen einfachen (einleiterigen) Bagger, wie er besonders bei Correctionen der Niederelbe vielfach benutzt und in Hamburg ausgeführt wird [2]), lassen nachstehende Figuren 229 und 230 erkennen. Hinsichtlich der hier getroffenen Disposition und namentlich Massenvertheilung dieses Baggers werde zuerst Folgendes bemerkt. Von rechts nach links stromabwärts und vorn angefangen, ist das Fahrzeug in folgende Räume abgetheilt: Werkstatt und Raum für den Maschinisten, Dampfkesselraum, Maschinenraum mit Kohlenbehältern zu beiden Seiten, neben dem Brunnen (dem Schlitze, der Bünne) für Leiter und Eimerkette, die Kajütenräume für Capitän und Mannschaften und endlich (hinten) ein abgetheilter Raum für Maschinentheile. Hinsichtlich der Massenvertheilungen bilden hiernach Kessel und Maschine zweckmässige Gegengewichte in Bezug auf Baggerleiter und Eimerkette [3]).

Was dann speciell das ganz eiserne Fahrzeug anlangt, so ist dasselbe flachbodig mit verticalen Seiten, am Vordertheile halbkreisförmig abgerundet und am Hintertheile rechtwinklig zur Länge abgeschnitten. Die ganze Länge des Schiffes beträgt 30 Meter, seine Breite 7,50 Meter, seine grösste Höhe 3 Meter und sein Tiefgang 1,25 Meter.

Der Brunnen, in welchem die Baggerleiter Platz findet und sich bewegen kann, theilt das Schiff von hinten bis über die Hälfte hinaus in zwei Theile. Am Deck hat die betreffende Oeffnung eine Länge von 17,70 Meter, am Boden von 15,55 Meter, während die Breite überall 1,60 Meter ist.

Die Länge der Baggerleiter von Mitte zu Mitte der beiden Kettentrommeln

1) Gegen Bagger mit zwei Leitern (Doppelbagger) spricht sich ganz richtig auch der Oberbaudirektor Franzius in Bremen im XX. Capitel, S. 327 der zweiten Auflage des Handbuchs der Ing. Wissenschaften (der Wasserbau), III. Abtheilung aus, woselbst sich überhaupt viele praktische Notizen und Winke vorfinden.

2) Reiherstieger Schiffswerfte (Direktor Ferber).

3) Bei nachstehender Beschreibung wurde besonders eine betreffende Abhandlung in Oppermann's „Portefeuille des Machines,“ 16e Année (1871), Pg. 25 benutzt, während man die Fig. 129 und 130 dem „Engineering“ vom 20. Octbr. 1871, Pg. 246 entlehnte.

(oben ein vierseitiges, unten ein fünfseitiges Prisma) gemessen, beträgt 17,40 Met., vermöge welcher bis auf 8,50 Meter Tiefe, vom Wasserspiegel aus gerechnet,

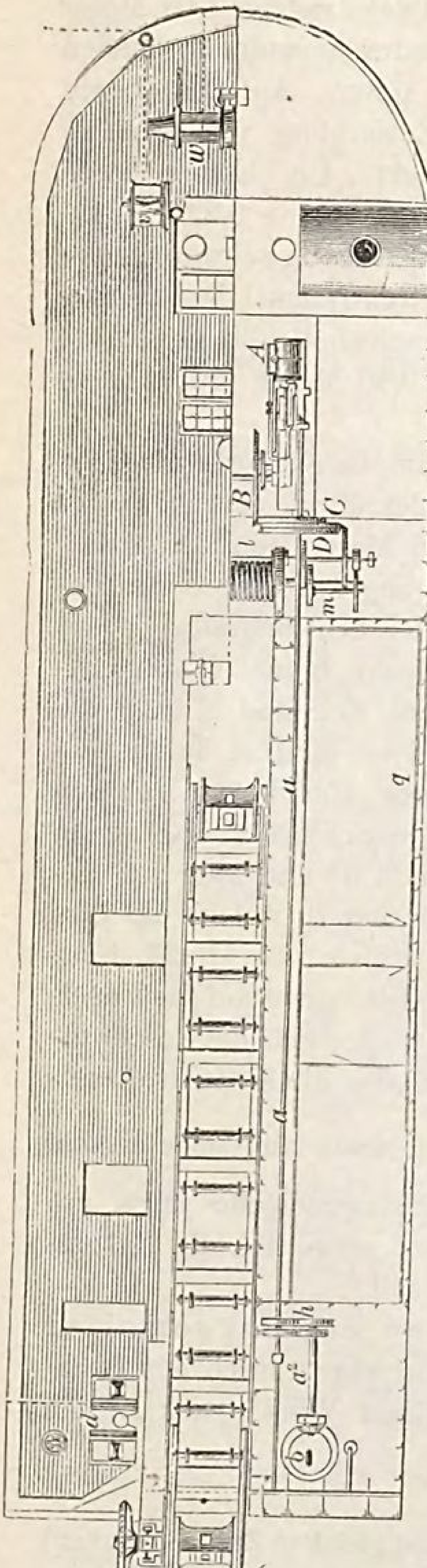


Fig. 230.

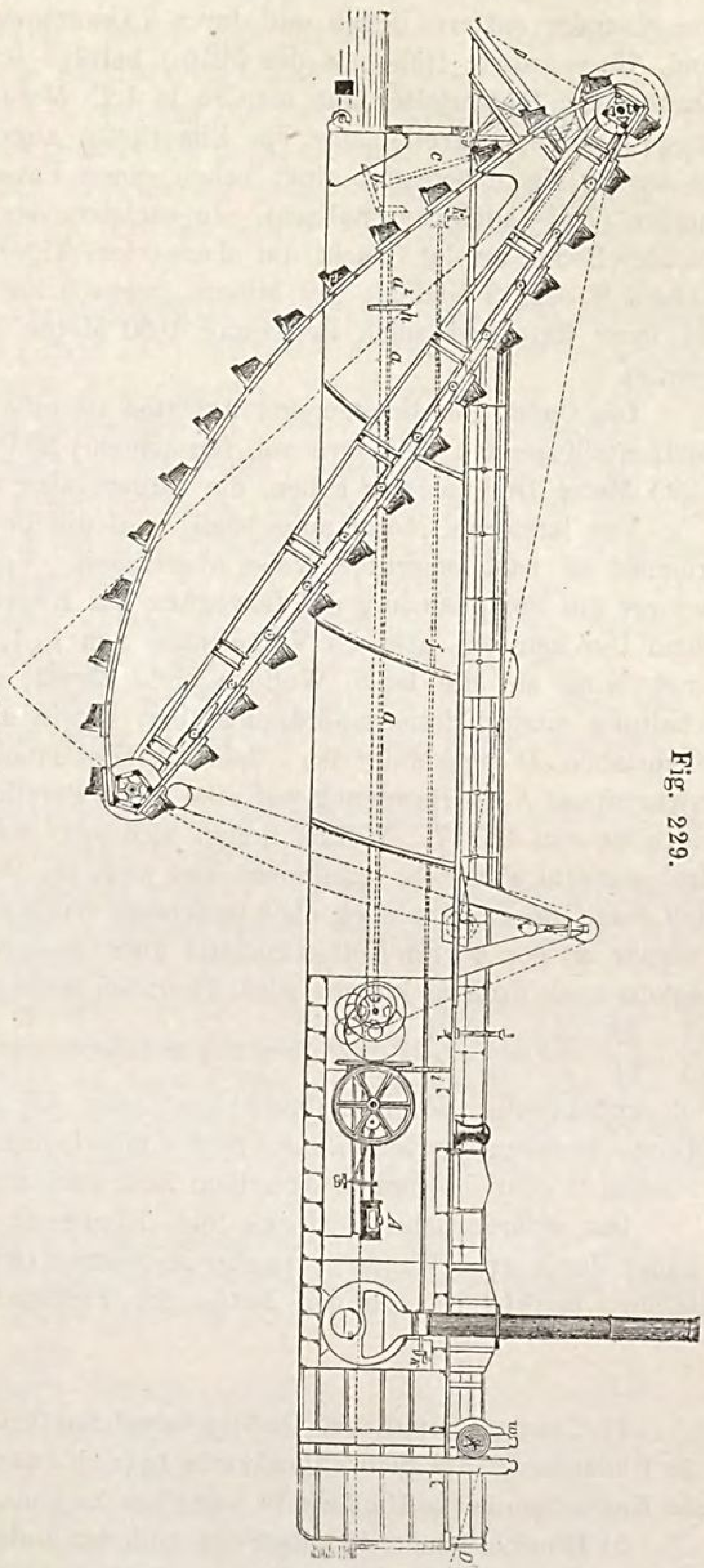


Fig. 229.

gebaggert werden kann. Der grösste zulässige Neigungswinkel der Leiter, bei welchem man den Bagger arbeiten lassen kann, beträgt 45 Grad. Beim Fortschaffen des Schiffes zum Zwecke des Rückganges, Verändern der Arbeits-

stelle etc. wird die Leiter ganz auf Deck gehoben und bildet dann ihre Richtung mit dem Horizonte einen Winkel von 15 Grad.

Die Leiter selbst ist aus zwei Blechträgern gebildet, welche 1,60 Meter von einander entfernt liegen und durch 7 Querstücke unter einander verbunden sind. Ihre grösste Höhe (in der Mitte) beträgt 0,90 Meter. Auf den oberen Kanten der Baggerleiter hat man in je 1,25 Meter Entfernung von einander entsprechende Leitrollen für die Eimerkette angebracht. Die Eimer, deren 29 an der Kette befestigt sind, haben einen Fassungsraum von 0,222 Cubikmetern (7,84 Cubikfuss englisch). Je nachdem das Baggern im schweren oder leichten Boden erfolgt, macht die obere (vierseitige) Kettentrommel beziehungsweise 5,8 oder 9 Umläufe pro Minute, wonach die Geschwindigkeit der Kette bei ihrer fortschreitenden Bewegung 0,30 Meter bis 0,40 Meter pro Secunde beträgt.

Die Quelle der bewegenden Arbeiten ist eine Dampfmaschine A mit zwei horizontalliegenden Cylindern von (zusammen) 30 Pferdekräften, deren Cylinder 0,325 Meter Durchmesser haben, die Kolben aber 0,55 Meter Hub besitzen.

Von letzterem Motor ausgehend, wird die Bewegung zur oberen Kettentrommel in nachbemerkter Weise übertragen. Von der Schwungradwelle aus besorgt die Fortpflanzung der Bewegung das Kegelradpaar B und C von gleichem Durchmesser, also im Verhältnisse von 1 : 1. Das Kegelrad C trägt die Umdrehung auf die lange Welle a nicht direct, sondern indirect durch Einschaltung einer Frictionsanordnung über, die in unserer Abbildung durch den Buchstaben D angedeutet ist. Bald am Hintertheile des Schiffes überträgt ein Stirnradpaar h die Bewegung auf eine kurze Parallelwelle a^2 und zwar im Verhältnisse von 13 : 17. Weiter finden sich zwei Kegelräder b, welche die Umdrehungszahl abermals vermindern und zwar im Verhältnisse von 11 : 24. Endlich trägt die geneigt nach oben gerichtete Welle c die Bewegung auf das Kegelradpaar an der oberen Kettentrommel über, wodurch schliesslich die Geschwindigkeit noch dreimal kleiner wird. Hiernach dreht sich also die Kettentrommel $\frac{17}{13} \cdot \frac{24}{11} \cdot \frac{3}{1} = \frac{1224}{143}$, d. i. über $8\frac{1}{2}$ mal (genauer 8,56 mal) langsamer als die Schwungradwelle der Dampfmaschine, oder die Schwungradwelle muss pro Minute beziehungsweise 77 oder 49,6 Umläufe machen, wenn sich die Kettentrommel 9 oder 5,8 mal in derselben Zeit umdrehen soll [1]).

Das erforderliche Höher- und Tieferstellen der Baggerleiter erfolgt durch eine Winde [2]), welche in unserer Grundrissfigur durch den Buchstaben l markirt ist. In den Nuten der Trommel dieser Winde wickelt sich

1) Unsere sämmtlichen Quellen berechnen (bei sonst gleichen Zahlenangaben) die Umlaufszahl der Schwungradwelle falsch, nämlich zu 40 pro Minute, wenn die Kettentrommel 9 Umläufe in derselben Zeit macht.

2) Hinsichtlich der Details dieser und der übrigen vorhandenen Winden (zur Seiten-, Vor- und Rückwärts-Bewegung des Schiffes) müssen wir auf die guten Abbildungen unserer Quellen, insbesondere auf Bd. 14 der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Tafel 417, sowie auf die englische Zeitschrift „Engineering“ vom 20. Octbr. 1871, S. 247 verweisen.

eine Kette auf und ab, die zugleich einem Flaschenzuge angehört, dessen lose Flasche mit dem unteren fünfseitigen Prisma der Baggerkette verbunden ist, während man die obere feste Flasche an einem kräftigen Gerüste befestigt hat.

Um die Leiter zu heben, presst man einfach die Frictionsscheibe *D* (Fig. 230) mittelst eines in unserer Abbildung weggelassenen Hebels gegen das bewegte grosse Kegelrad *C*, wodurch die von der Dampfmaschine erzeugte Drehung mittelst des Räderwerkes *m* auf die cannellirte Windetrommel *l* übergetragen und die durch den Flaschenzug gehende Kette aufgewickelt wird. Lüftet man dagegen den auf die Frictionsscheibe wirkenden Hebel nur wenig, so sinkt die Leiter.

Die Decks-Winden *d* am Hintertheile und *v* am Vordertheile des Schiffes, welche zur Seitenbewegung des Schiffes dienen, werden ebenfalls von der Betriebsdampfmaschine *A* aus bewegt. Zur Uebertragung der erforderlichen Drehung dienen zwei Stirnräder *i* (Fig. 229), deren Uebersetzung 11 : 10 ist und wodurch die Bewegung auf die Welle *f* übertragen wird, deren Länge sich fast über das ganze Schiff erstreckt, wie aus der Fig. 229 hinlänglich erhellt. Kegelräderpaare *k k* mit dem Uebersetzungsverhältnisse 1 : 1 pflanzen die Bewegung auf ein Keilräderpaar (S. 101) im Verhältnisse von 1 : 3 fort, demzufolge endlich das grosse Keilrad das Zahngetriebe bewegt, welches in das auf der Windetrommelwelle befestigte grosse Stirnrad fasst etc.

Diese Winden holen übrigens 5 Zoll (127 Millimeter) pro Eimer ein, so dass also der nächste Eimer immer 5 Zoll (127 Millim.) weiter seitwärts einfasst als sein Vorgänger.

Letztere Bemerkung benutzen wir als Ausgangspunkt, um überhaupt über die Art, wie das Baggern geschieht, zu berichten.

Wie aus der Grundrissfigur 231 erhellt, liegt der Bagger *B C* parallel zum Flusse, wozu der Fluthanker *A* stromabwärts der (Haupt-) Anker *D* aber stromaufwärts gehörig befestigt ist.

Der Fluthanker hat eigentlich nur den Zweck, bei Unterbrechungen während der Fluth das Wenden und Zurücktreiben des Baggerfahrzeuges zu verhindern. Da die Baggereimer am Hintertheile des Schiffes in dem dort aufgestellten Prahme ausschütten und letztere über die Kette des Ankers *A* wegfahren müssen, so hat man diese Kette an der Hinterwand des Baggers über Rollen geleitet.

Von der Hauptkette werden stromaufwärts circa 800 bis 1200 Fuss ausgebracht und lässt man den Hauptanker *D* unverändert, bis je nach der Tiefe und Beschaffenheit des Grundes etc. noch 500 bis 700 Fuss Kette ausstehen, worauf er versetzt werden muss.

Zur bereits angedeuteten Seitenverschiebung des Baggers dienen vier andere Anker, welche zu je zwei an den Seiten des Schiffes ausgeworfen und die in nachstehender Figur ohne Weiteres erkennbar sind. Mittelst dieser Seitenanker wird der Bagger zwischen den punktirten Stellungen (Fig. 231) hin- und herbewegt. Nach jeder solchen Oscillation rückt der Bagger durch Einholen der Hauptkette um ein entsprechendes Maass dem Anker *D* näher.

Was die Tiefe betrifft, bis zu welcher die Eimer in den Grund fassen, so hängt dies offenbar von der Widerstandsfähigkeit der Bodenmasse ab. Besteht z. B. der zu baggernde Grund aus festem Thonboden, so wird $1^1/_2$ bis $1^3/_4$

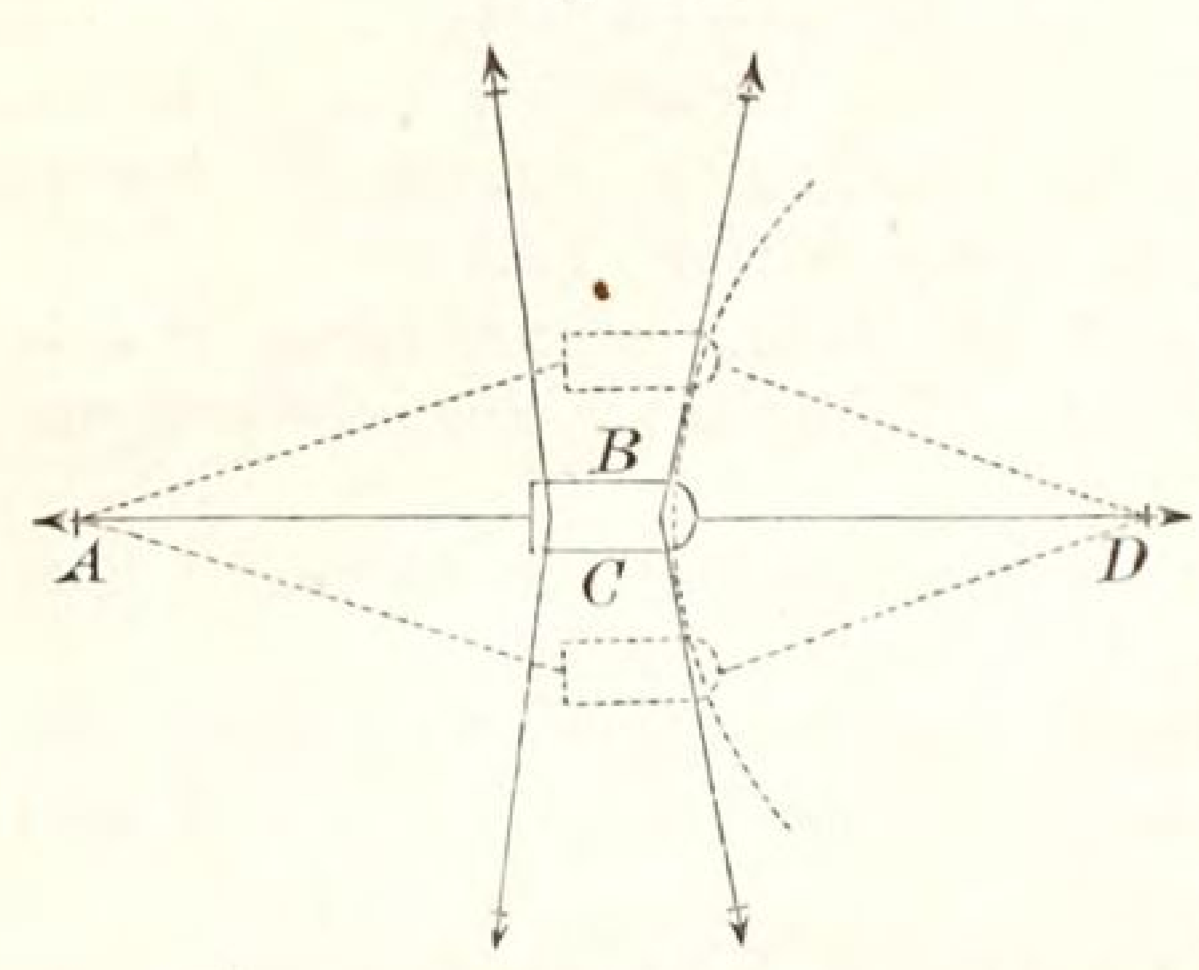
Fuss in einem Gange abgebaggert. Besteht dagegen der Grund aus Sand, so wird die ganze herzustellende Vertiefung auf einmal beschafft, wobei es häufig vorkommt, dass die Eimer gegen einen Sandberg von 8 bis 10 Fuss anarbeiten.

Unsere französische Quelle[1]) giebt die Leistung des Baggers zu 126 bis 170 Cubikmeter oder beziehungsweise zu 28,52 bis 38,18 preussische Schachtruthen[2]) an. Ist nun Oppermann's Angabe richtig, dass die Dampfmaschine eine Arbeit von 30 Pferden entwickelt, so beträgt die Leistung pro Stunde und pro Pferdekraft

4,2 bis 5,6 Cubikmeter oder 0,95 bis 1,27 preuss. Schachtruthen.

Diese Resultate stimmen übrigens recht gut mit den Angaben Castor's, sowie mit denen Hagens überein. Ersterer giebt[3]) die Leistung eines Doppelbaggers, welcher von einer 15pferdigen Dampfmaschine betrieben wird, zu 100 Cubikmeter pro Stunde an, was 6,66 Cubikmeter oder 1,47 preussische Schachtruthen pro Stunde und pro Pferdekraft geben würde. Fast denselben Werth, nämlich 6,25 Cubikmeter oder 1,406 preussische Schachtruthen, giebt Castor für die Leistung des einleiterigen Dampfbaggers an[4]) insofern er hier 50 Cubikmeter als stündliche Leistung rechnet, wenn die Betriebsdampfmaschine eine achtpferdige ist. Hagen[5]) berichtet, dass der Oder-Dampfbagger „Greif" im Jahre 1864 durchschnittlich pro Pferdekraft und Stunde 1,29 Schachtruthen gefördert habe. Fernere Leistungsangaben folgen S. 286.

Fig. 231.



Wir lassen hier noch Skizzen und Beschreibung eines einleiterigen Dampfbaggers folgen, der (für uns) mehrfaches Interesse hat. Erstens wurde dies Werk im Jahre 1878 von der im betreffenden Fache rühmlichst bekannten deutschen Fabrik, Gebrüder Schultze in Mainz, für Baggerzwecke in der Weser geliefert und in Hoya (Provinz Hannover zwischen den Städten Hannover und Bremen) stationirt. Zweitens, weil wir zur Besprechung dieses Baggers des (verstorbenen) Geheimen Ober-Baurath Hagen's Werk benutzen können: „Sammlung von (XV) für den preussischen Staat ausgeführter Dampfbagger, Baggerprahmen etc.", welches (als Abthl. I) 1881 in Berlin im Verlage von Ernst Korn erschien und dem nichts weiter als bessere Detailconstructionen (für das Maschinenbaufach) zu wünschen wäre.

1) Oppermann, „Portefeuille des Maschines". März 1871, Pg. 28.

2) Eine preussische Schachtruthe gleich 4,4519 Cubikmeter gerechnet.

3) A. a. O. Pg. 18 u. 19.

4) Ebendaselbst Pg. 23.

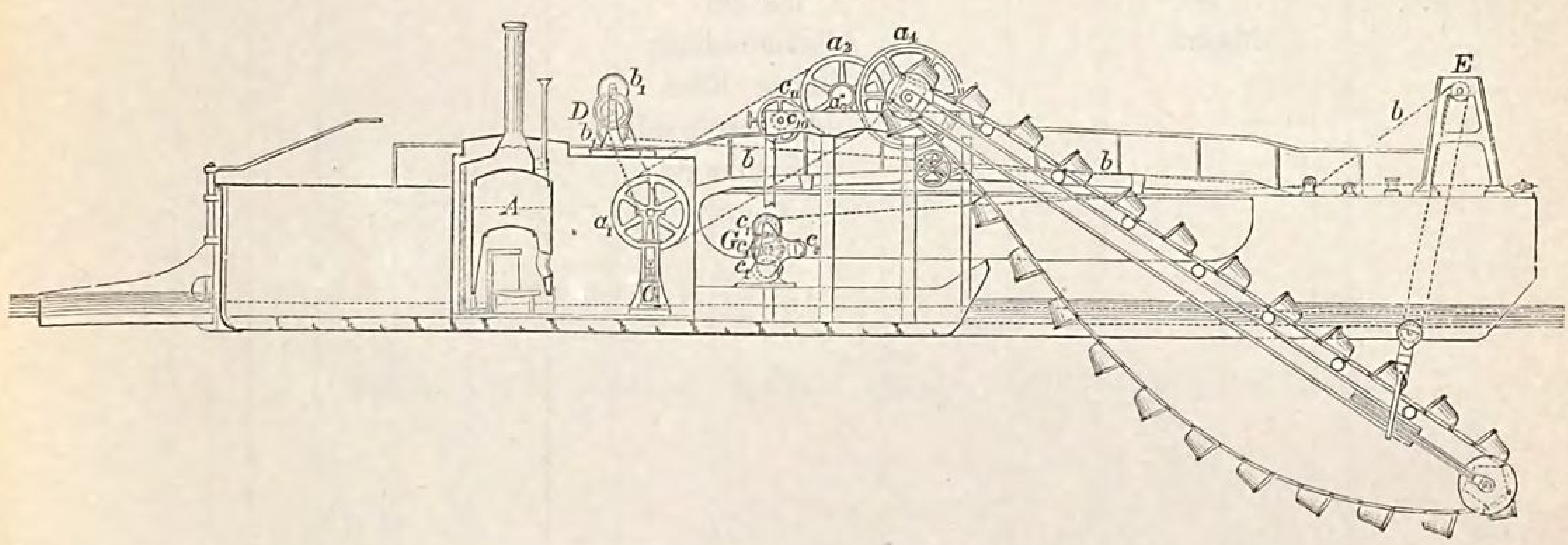
5) Seeufer und Hafenbau. Vierter Band, S. 204.

Nachstehender Längendurchschnitt (Fig. 232) stellt diesen Bagger in $\frac{1}{200}$ der wirklichen Grösse dar, wovon sich die Hauptverhältnisse unten notirt vorfinden [1]).

In unserer Skizze sind die betreffenden Riemenscheiben durch die Buchstaben a^1 und a^2 markirt. Das zwischen dem Turas und a^2 eingeschaltete Zahnradvorgelege ist durch den Buchstaben a^4 bezeichnet. Bei 54 Umdrehungen der Schwungradwelle der Dampfmaschine macht der Turas 7 Umläufe. Hierbei beträgt die Zahl der sich pro Minute entleerenden Eimer 14, was einer Geschwindigkeit der Eimerkette von 0,26 m pro Secunde entspricht.

Auch hier ist vorn der Schiffskörper gabelförmig getheilt, so dass ein Schlitz gebildet wird, in welchem sich die Baggerleiter mit 25 Eimern bewegen kann.

Fig. 232.



Das Heben und Senken der Baggerleiter wird durch eine auf dem erhöhten Deck stehende Winde D bewirkt. Zur Vorwärts- und Seitenbewegung dienen die beiden aus zu zwei über einanderliegenden Trommeln c_1 c_1 bestehenden Winden G und G.

Zur Beurtheilung von Betriebsergebnissen dieses Dampfbaggers, die Jahre 1879 bis mit 1884 umfassend, hat der erste Wasserbauingenieur in Hoya, der Königliche Baurath Herr Heye, die Güte gehabt, dem Verfasser nachstehende, übersichtliche Zusammenstellung zu liefern:

1) Länge der eisernen Schiffsschaale 23,2 m, Breite 6,0 m. und die Tauchung (bei voller Belastung) 0,68 m. Der Cylinder der Dampfmaschine misst 220 mm, der Kolbenhub beträgt 320 mm, der Dampfdruck $4\frac{1}{2}$ Atmosphären. Die Schwungradwelle der Dampfmaschine macht 54 Touren pro Minute.

Die erste Uebertragung der Bewegung von der Dampfmaschine aus auf die obere Kettentrommel, welche ein vierseitiges Prisma bildet, erfolgt durch Riemen und Zahnräder, welche Transmission für kleinere Bagger zweckmässig ist, bei grösseren Werken aber vortheilhafter durch Zahnräder mit Frictionskupplung ersetzt wird.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.			8.			9.
						Pferdekraft.			Dimensionen.			
						a.	b.	c.				
Laufende No.	Bezeichnung des Baggers.	Name des Erbauers.	Jahr des Neubaues.	Neubau-Kosten. M.	Betriebsgebiet und zu baggernde Bodenarten.	nominelle.	indic. bei grösster Leistung.	im gewöhnlichen Betriebe.	Länge. m	Breite. m	Tiefe von Boden bis Decke. m	Tiefgang. m
1.	Hoya	Gebrüder Schultz in Mainz.	1878	44653	Weser von Sebbenhausen bis zur Allermündung. Grand, Kies, Sand, vereinzelt vorkommend Thon.	12	30	24	23,2	6,0	2,4 und 3,0	0,68
„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„
„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„
„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„
„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„
„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„

Bemerkung: Die in Klammern stehenden Zahlen der Spalte 18 geben das ge-
Dampfmaschinenleistung nach Nominell-Pferdekräften ist auch vom Verfasser (in Band IV,
zeichnet worden, es ist nichts als ein willkührliches Markt-Verkaufsmaass. Meist nimmt man

10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
Grösste Baggertiefe.	Anzahl der Leitern.	Jeder Eimer fasst gefüllt	Arbeitszeit pro anno	Gebaggertes Quantum pro anno	Kohlenverbrauch pro anno	Betriebskosten pro anno	Kohlenverbrauch pro cbm gebaggerten Bodens.	Gebaggertes Quantum pro Stunde und (nomineller) Pferdekraft	Betriebskosten pro cbm gebaggerten Bodens	Bemerkungen.
m		cbm	Stunden	cbm	Ctr.	M.	Ctr.	cbm	M.	
	18	79								
4,0	eine	0,068	1450	59928	1093	15967	0 02	(3,44)	0,27	
	18	80								
	„	0,068	1616	63156	1200	19534	0,019	(3,26)	0,31	
	18	81								
„	„	0,068	1441	59104	1200	20286	0,020	(3,42)	0,34	
	18	82								
„	„	0,068	795	42424	1000	16141	0,024	(4,45)	0,38	
	18	83								
„	„	0,068	1354	55160	1200	18999	0,022	(3,39)	0 34	
	18	84								
„	„	0,068	1397	52416	1200	17599	0,023	(3,13)	0,34	

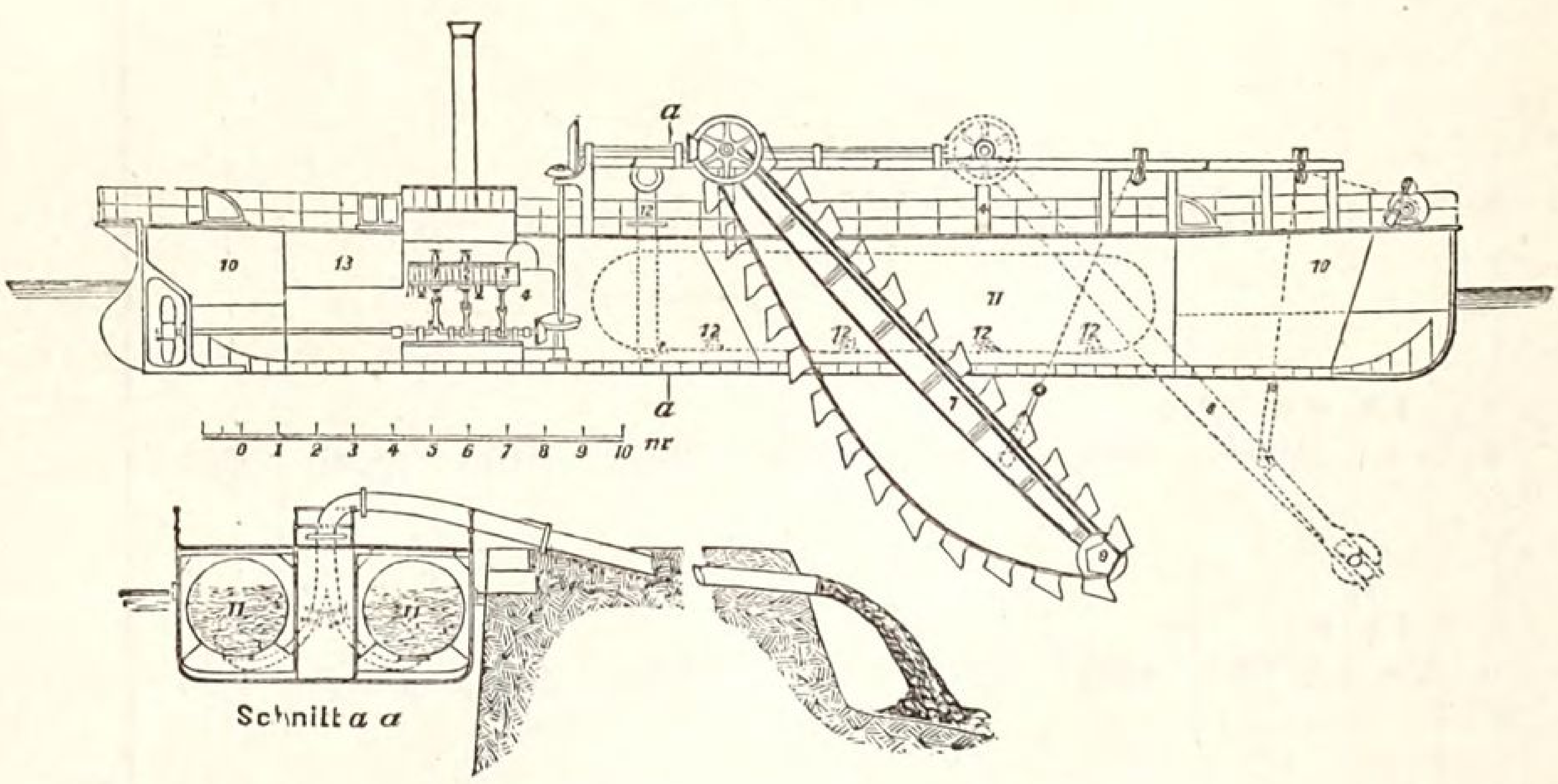
baggerte Quantum pro Stunde und nomineller Maschinen-„Pferdekraft“ an. Die Angabe der S. 132, Note der allgemeinen Maschinenlehre) als eine tadelnswerthe Gewohnheit bedie nominelle Pferdekraft als $^1/_3$ oder $^1/_4$ der wirklichen Maschinenleistung an.

Zu besonderen Anordnungen, welche bei einigen der neusten Eimer-Leiterbagger markirt zu werden verdienen, gehören u. A. Duckham's „Leiterbagger mit pneumatischer Entleerung", wie solche vom Reg.-Baumeister Havestadt in Nr. 16 des Berliner Centralblattes der Bauverwaltung (S. 136 vom 22. April 1882) beschrieben und durch Abbildungen erläutert worden.

Die Construction des eigentlichen Baggerapparates ist die eines gewöhnlichen Einleiterbaggers mit verschiebbarer oberer Umkehrwelle, so dass die Baggerleiter an verschiedenen Stellen des mit gehörigem Längeneinschnitte versehenen Baggerschiffes placirt werden kann, wie dies auch in Fig. 233 angedeutet wurde.

Uebrigens ist die äussere Erscheinung des Baggers die eines gewöhn-

Fig. 233.



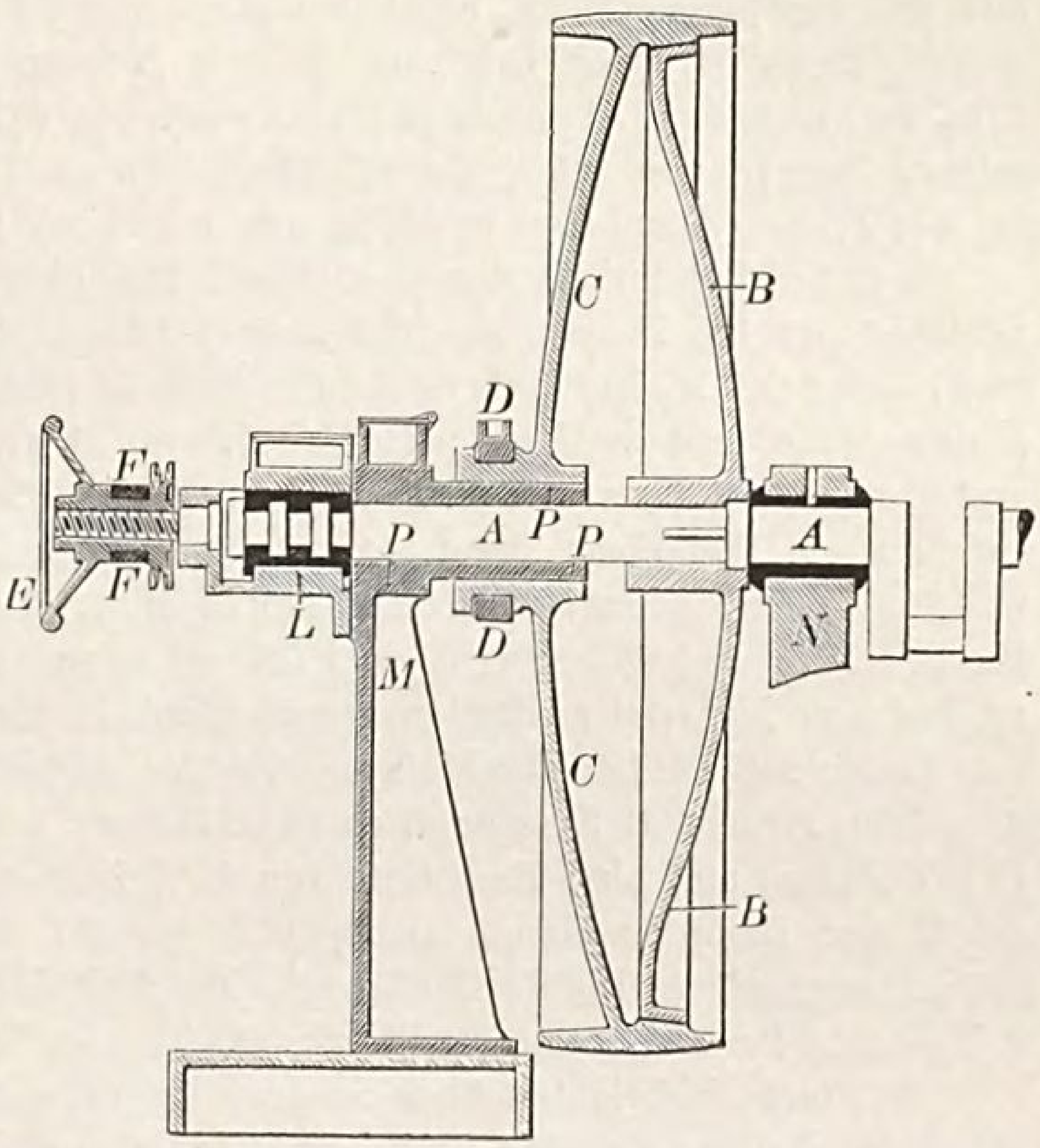
lichen Schraubendampfers von rund 40 Meter Länge, 8,2 Meter Breite und von 3,6 Meter Tiefe (bei 2,4 Meter Tauchung im beladenen Zustande). Die Betriebsdampfmaschine (System Woolf) entspricht einer mechanischen Arbeit von 25 Pferden.

In unserer Abbildung sind die beiden Dampfcylinder mit den Ziffern 1 u. 2, der Dampfkessel mit 4 bezeichnet. Zum Comprimiren von Luft in zwei grossen kesselartigen Blechbehältern (Nr. 11, in der unteren Figur durchschnitten dargestellt) dienen Luftcompressions-Pumpen (Nr. 3). Am Boden der grossen Luftbehälter befinden sich Einlasshähne (Nr. 12) für die einzuführende gepresste Luft, welche auf das gebaggerte Gut presst, womit vorher die Recipienten (Nr. 11) durch die sich in sie entleerenden Baggereimer gefüllt wurden. Unter Verwendung einer durch Lederschläuche gekuppelten Rohrleitung (man sehe den nach der Linie *aa* geführten Profilschnitt der Längenansicht) wird in den Londoner Millwall-Docks das gebaggerte Gut über die Quais auf rund 120 Meter Entfernung fortgedrückt.

Hinsichtlich Angaben über Betriebskosten und Leistungen dieses Baggerwerkes muss auf unsere Quelle verwiesen werden.

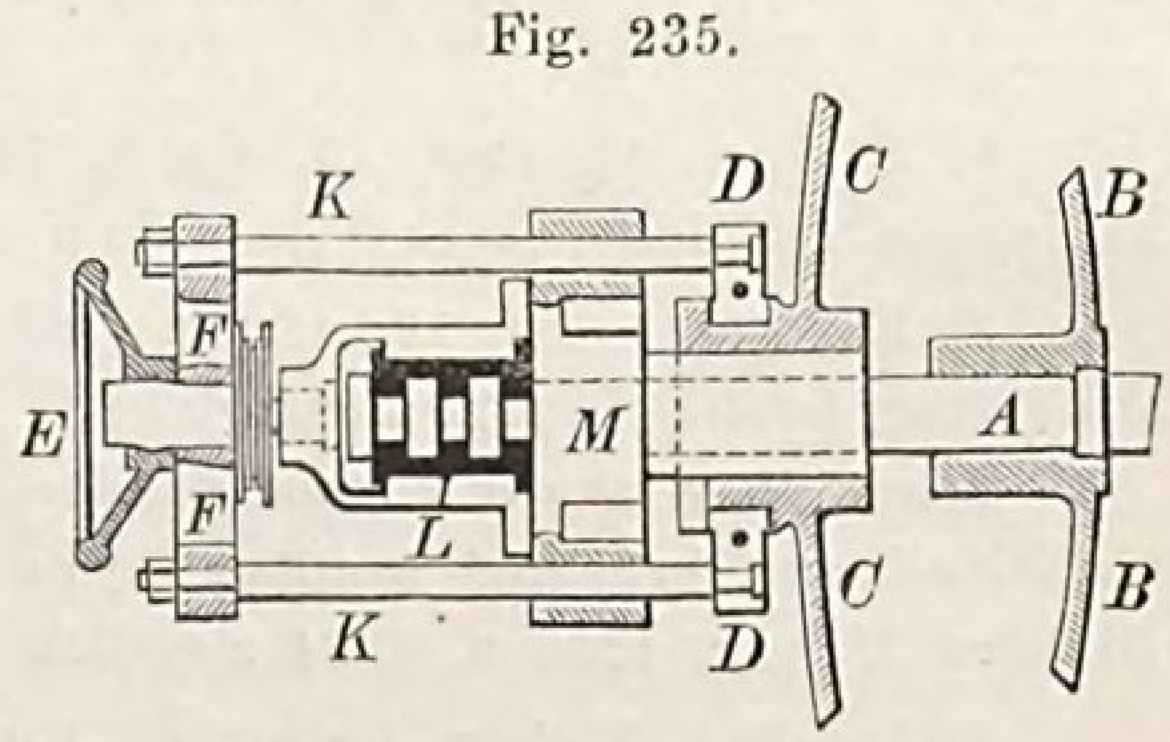
Der Verfasser benutzt die Gelegenheit, da im Vorstehenden die obere Turasachse, ebenso wie bei dem englischen Bagger Fig. 224 u. 225, durch Zahnräder in Umdrehung gesetzt wird, eine vortreffliche für diese Zwecke von den Gebrüdern Schultze in Mainz (Seite 286) construirte Friktions-Kegel-Kupplung mitzutheilen. Eine schöne Werkzeichnung dieser Kupplung wurde der Sammlung von praktisch ausgeführten und bewährten Maschinen und Maschinenanlagen der Techn. Hochschule in Hannover einverleibt. Folgende Skizzen, Fig 234 und Fig. 235, sind hiernach entworfen.

Fig. 234.



Mit dem Buchstaben A ist hier in beiden Figuren die Krummzapfenwelle der Betriebsdampfmaschine bezeichnet, auf welcher die kleinere von zwei Friktionsscheiben B festgekeilt ist, die also mit der Welle A stetig umläuft. Letztere Welle setzt sich nach links hin so weit fort, bis sie in einem sogenannten Kammzapfen L endet. Die auf der Welle A loos sitzende correspondirende zweite, etwas grössere Friktionsscheibe C lässt sich ohne besondere Anstrengung mit ihrer Nabe auf einer geeigneten Hülse verschieben, wozu zweiarmige Ringbänder D und F vorhanden sind, die man durch Verbindungsstangen K K mit einander zu einem Ganzen vereinigt hat.

Fig. 235.



Der Kammzapfen L findet sein Lager in einem fest an das Maschinengestell M geschraubten Körper, in dessen Endtheile (links in Fig. 235) der Kopf einer Schraube durch einen durchgehenden Bolzen unbeweglich angebracht ist, derartig, dass sich diese Schraube weder drehen kann noch fortzuschreiten vermag. Letztere beiden Bewegungen sind dagegen der zur Schraube gehörigen Mutter gestattet. Mit letzterer verbunden ist das am äussersten Ende (links) sichtbare Handrad E, welches bei seiner Umdrehung

sowohl die gedachte Mutter umdreht, als auch an deren gleichzeitiger fortschreitender Bewegung Theil nimmt. Beim Fortschieben von E wird auch zugleich das Ringband F als auch, zufolge der aus Fig. 235 sichtbaren Stangenverbindung K, das zweite Ringband D verschoben, womit die lose Friktionsscheibe C fest vereinigt ist. Ein neben F (nach rechts hin) angebrachtes, ebenfalls mit der wiederholt genannten Mutter verbundenes Kettenrad dient zur Aufnahme einer Kette, um geeigneten Falls die Lösung oder Verbindung der Kupplung, vom Deck des Schiffes aus, vornehmen zu können.

Es erübrigt jetzt noch specieller, als dies kurz S. 278 geschah, der grossen Bagger mit Schrauben als Propeller zu gedenken, wozu wir zwei markirte Beispiele wählen, nämlich einen von Schichau in Elbing erbauten Prahm-Bagger (Hopper Dredger) der mit grossem Erfolg zu Hafenarbeiten in Riga und in anderen baltischen Häfen verwandt wird[1]) und einen noch collossaleren Bagger, den zuerst die schottische Firma Simons & Comp. in Renfrew für die Hafen-Commission in Melbourne ausführte[2]).

Bei Schichau's Prahm-Bagger, mit Bodenklappen zum Entleeren, hat der Schiffskörper 195 Fuss engl. (59,5 Meter) Länge, 40 Fuss (12,2 Meter) Breite und 15 Fuss (4,6 Meter) Tiefe im Raume. Belastet taucht er vorn $7\frac{1}{2}$ Fuss, während hinten (wo er mit zwei Doppelschrauben von 6 Fuss 8 Zoll Durchmesser ausgestattet ist) 10 Fuss 9 Zoll Tauchung besitzt. Die Gesammtarbeit der beiden vorhandenen Dampfmaschinen (sogenanntes Glockensystem, die Krummzapfenwelle unter den vertical gerichteten Dampfcylindern liegend) beträgt 400 Indicator-Pferdekräfte. Angegeben wird, dass dieser Bagger täglich 2400 Tons (300 Tons pr. Std.) an Material zu fördern vermag, sobald die Arbeitsstelle nicht zu weit vom Lande entfernt ist. Der Melbourn-Bagger hat (zwischen den Perpendikularen, eine Länge von 200 Fuss englisch (61,0 Meter), dabei eine Breite von 35 Fuss (10,67 Meter) und eine Raumtiefe von $11\frac{1}{2}$ Fuss (3,5 Meter). Die Gesammtarbeit der Dampfmaschinen (compound system) wird zu 670 bis 700 Pferdekräften angegeben. Die Fortlaufsgeschwindigkeit des Schiffes beträgt (im Mittel) 7 Knoten. Pr. Std. kann das Werk 800 Tonnen Material baggern.

Weitere Nachrichten über neuere Bagger, insbesondere die, welche beim Baue des Panama-Canales und beim Canale von Tancarville benutzt werden, enthalten die hier unten notirten Quellen[3]).

1) Engineering vom 15. April 1881, pag. 384. Mit den nach Maass gezeichneten Abbildungen in $\frac{1}{210}$ wahrer Grösse.

2) Engineer vom 16. Octbr. 1885, pag. 300. Mit einer Doppel-Tafel-Abbildung (a double-page engraving).

Etwas älter ist der ebenfalls colossale Bagger dieser Firma, welchen letztere für Irland ausführte und worüber Byrne in Spon's Dictionary of Engineering, Division II, pag. 1293 u. 1294 ziemlich ausführlich berichtet.

3) In dem Pariser Journale „Le Génie Civil" vom 12. April 1885, pag. 381 unter der Ueberschrift: „Canal de Panama. Dragues du type américain l'Hercules". Mit ähnlichen Transportmitteln für das gebaggerte Gut ausgestattet, wie beim Suez-Canale (S. 55) in Anwendung gebracht wurden. Auch sind hier manche neue Detailanordnungen von Interesse. Fernere Nachrichten enthalten die ebenfalls Pariser „Annales des travaux publics" von 1884, pag. 1053, 1130 und 1134.

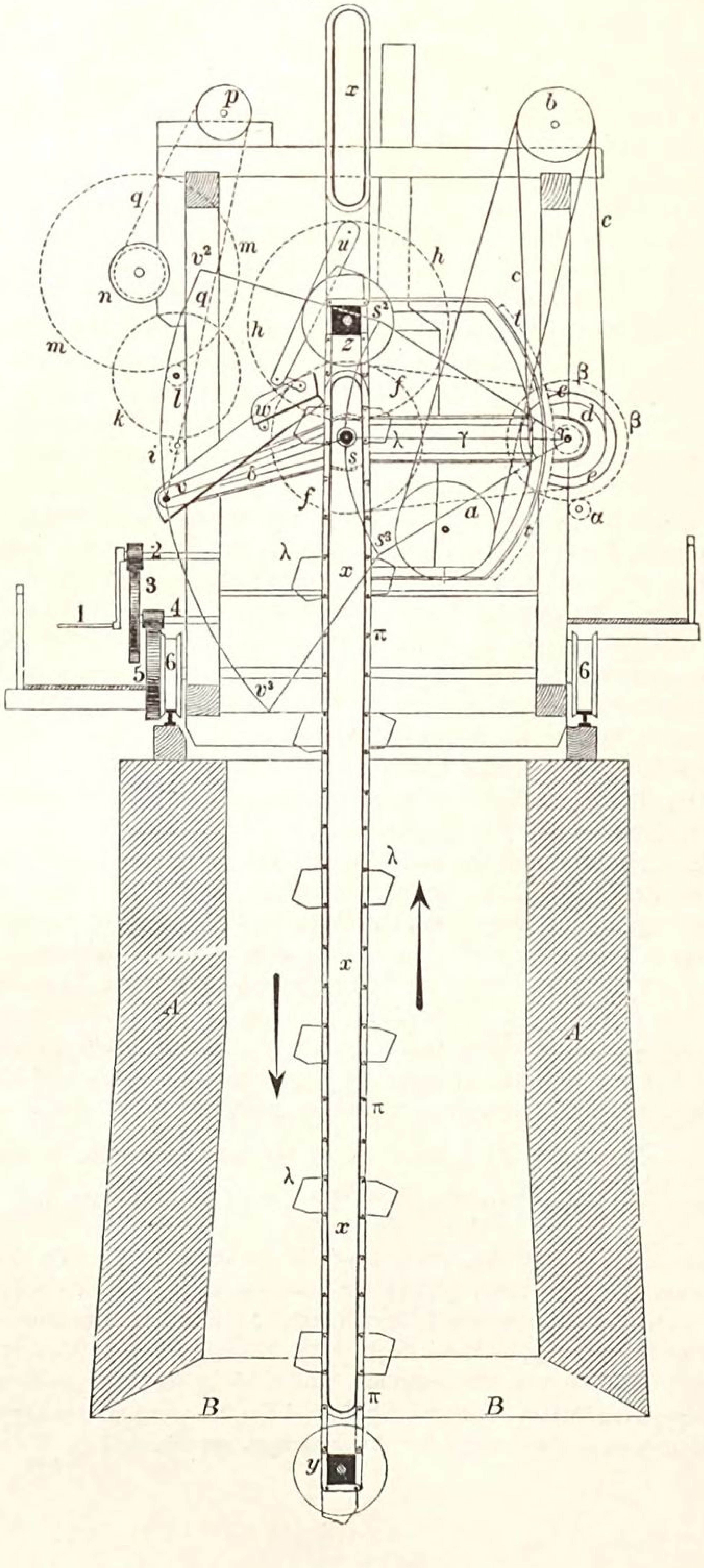
Wir haben nun noch Eimerbaggern, von der bereits S. 270 erwähnten Gattung speciell zu gedenken, wobei die Eimerkette in vertikaler Richtung aufgehangen ist und auch so arbeitet. Es wird genügen, wenn wir in dieser Beziehung die Vertikal-Bagger von Waltjen in Bremen und die von Gebrüder Schultz in Mainz als Beispiele wählen.

Waltjen's Bagger wurde namentlich in Hamburg als Brunnenbagger in Anwendung gebracht, und hat der Verfasser dankbar der Direktion der Maschinen- und Schiffbauanstalt in Bremen (als Nachfolger Waltjen's zu gedenken, welche bereitwilligst eine Werkzeichnung dieser Maschinen zur Disposition stellte, wonach unsere Abbildung Fig. 236 skizzirt wurde.

Durch die Buchstaben A und B ist zunächst der Brunnen (von 8 Fuss engl. = 2,44 Meter) angedeutet, in welchen die Baggerkette hinabreicht und arbeitet, und wozu noch bemerkt werden mag, dass die grösstmögliche Baggertiefe von der Oberkante des Brunnens an gerechnet 23 Fuss engl. oder 7 Meter beträgt. Die Betriebsarbeit wird von einer 4pferdigen locomobilen Dampfmaschine geliefert, die mit auf dem transportabeln Maschinengerüste des Baggers placirt ist, und welche die Umdrehung ihrer Schwungradwelle zunächst auf die in Fig. 236 mit a bezeichnete Riemenscheibe überträgt. Von letzterer Stelle aus wird die Drehung der Kettentrommel z und dadurch die fortschreitende Bewegung der verticalen Eimerkette veranlasst, während man alle sonst erforderlichen Bewegungen (pendelnde Bewegung der Eimerleiter xx, ferner Höher- und Tieferstellen der letzteren und endlich Transport des ganzen Baues auf einer in unserer Figur mit der Ziffer 6 bezeichneten provisorischen Eisenbahn) durch Menschenhände ausführen lässt, welche an geeigneten Kurbeln angreifen. Was nun zuerst die in vertikaler Richtung auf- und abgehende, continuirlich fortschreitende Bewegung der endlosen Kette $\pi\pi$ mit den daran befestigten 16 Eimern $\lambda\lambda$ betrifft, so kommt diese folgendermassen zu Stande. Von der bereits erwähnten activen Scheibe a hat man einen Riemen zur oben liegenden Scheibe b geführt und auf der Welle letzterer Scheibe eine zweite gleich grosse (in $5^2/_3$ Fuss Abstand) befestigt, welche mittelst eines Riemens c die Bewegung auf eine darunter liegende Scheibe d überträgt. Auf der Welle von d sitzt dann noch eine andere etwas grössere Scheibe e, welche die Drehung auf die noch grössere Riemenscheibe f fortpflanzt. Letztere ist mit einem Zahngetriebe g auf derselben Welle befestigt, welches endlich in das grosse, auf der Kettentrommelwelle des oberen vierseitigen Prismas z befestigte Zahnrad h fasst. Zufolge der stattfindenden Uebersetzung der drei vorhandenen Vorgelege, nämlich (vom grossen Zahnrade der Kettentrommel ausgehend): $\frac{111}{14} \cdot \frac{71}{43} \cdot \frac{40}{59}$, macht das Prisma z 8,85 mal weniger Umläufe, als die active Riemenscheibe a der Dampfmaschine in derselben Zeit. Da nun die obere

Für Arbeiten am Canale von Tancarville lieferte neuerdings (nach dem „Génie Civil“ vom 17. Octbr. 1885, p. 391) der holländische Maschineningenieur Pignée grosse einleitrige Ketteneimer-Bagger (nach Allard's) Anordnungen (Schiffskörper 29 Meter lang, 6 Meter breit, 2,38 Meter hoch, mit Compound-Dampfmaschinen von 60 Maschinenpferden), wobei Centrifugalpumpen den Transport der gebaggerten Masse besorgen. Später, beim Besprechen der Centrifugalpumpen, kommen wir auf diese Anordnungen zurück.

Fig. 236.


x
p
b
q
c
v²
m
h
u
n
q
c
s²
t
h
z
m
l
f
β
k
w
e
d
β
i
λ
γ
r
s
δ
e
f
α
a
λ
x
2
3
1
4
π
5
6
6
v³
λ
x
A
A
π
λ
x
B
π
B
y

Kettenscheibe z beim Arbeiten pro Minute 10 Umläufe macht [1]), so muss sich die Betriebsscheibe a in derselben Zeit 88,5 mal umdrehen, wonach sich zugleich die Arbeitsgeschwindigkeit der Eimer λ zu $^2/_3$ Fuss oder 0,203 Meter pro Secunde ergiebt.

Die pendelnde Bewegung der Eimerleiter xx wird folgendermaassen zu Stande gebracht, wozu im Voraus zu beachten ist, dass man diese Leiter an einer Welle s aufgehangen hat, die zwischen den beiden Armen $s\delta$ und sr einer Art Gabel ($\gamma\delta$) gelagert ist, welche sich um r als Achse drehen lässt und von δ ab in einer Weise höher und tiefer gestellt werden kann, worauf wir nachher zurückkommen.

Zuerst hat man nahe des äussersten Gestellständers, rechts in Fig. 236, ein Keilnuten-Räderpaar (S. 102) $\alpha\beta$ mit dem Uebersetzungsverhältnisse 1 zu 11 angeordnet, dessen kleineres Rad (Getriebe) α durch eine Handkurbel in Umdrehung gesetzt werden kann.

Mit dem grossen Keilrade auf derselben Welle sitzt ein Zahnrad (13 Zähne), welches mit einem Stirnrade (92 Zähne) ebenfalls gemeinsam auf der Welle sitzt, worauf man das Getriebe r (mit 13 Zähnen) befestigt hat, und was sich mit einem Zahnbogen tt (48 Zähne) in Eingriff befindet, dessen Theilrisskreis von s aus mit dem Halbmesser sr beschrieben ist. Die hierdurch zu erreichende höchste und tiefste Lage der Baggerleiter xx wurde in unserer Abbildung durch einen punktirt angegebenen Kreisbogen und beziehungsweise durch die Buchstaben s^2 (höchster Stand) und s^3 (niedrigster Stand) markirt. Die Sehne des ganzen Kreisbogens $s^2\ s\ s^3$, d. i. der Hub der Eimerleiter, beträgt 6 Fuss englisch oder 1,83 Meter.

Die pendelnde Bewegung der Eimerleiter durch Menschenhand und nicht von der Dampfmaschine aus verrichten zu lassen, hat offenbar den doppelten Vortheil, dass erstens das Handgefühl des an der Kurbel drehenden Arbeiters sofort bemerkt, wenn ein am Boden durch die Eimer allein nicht zu überwindendes Hinderniss (Steine, harte Hölzer etc.) die Fortsetzung der pendelnden Bewegung unmöglich macht und demgemäss ein Bruch in den betreffenden Maschinentheilen vermieden wird. Zweitens erspart man die Umsatzmechanismen, welche beim Dampfmaschinenbetriebe erforderlich würden, wenn die Drehrichtung der Bewegung in die entgegengesetzte verwandelt werden muss.

Das erforderliche Höher- und Tieferstellen der Eimerleiter xx wird folgendermaassen bewirkt. Bei v am linken Ende von δ hat man die Kette q befestigt, diese nach oben hin und dort über eine feste Rolle p geleitet, sowie endlich einer Trommel n zugeführt, auf welcher die Kette je nach Bedarf auf-

1) Die vorhandenen 16 Eimer λ (jeder von $^3/_4$ Cubikfuss Inhalt) sind an einer Gall'schen Gelenkkette π befestigt, deren Glieder, von der Mitte der Verbindungsbolzen gerechnet, 1 Fuss lang sind, so dass, weil 64 Glieder vorhanden, die ganze Kettenlänge 64 Fuss beträgt. Da ferner pro Minute 10 Eimer entleert werden, wozu 40 Fuss Kettenlänge gehören und je 4 Kettenglieder einer Umdrehung der Kettentrommel z entsprechen, so macht letztere Trommel pro Minute 4 Umläufe, und die fortschreitende Geschwindigkeit von Kette und Eimer beträgt sonach: $\frac{40}{60} = {}^2/_3$ Fuss pro Secunde.

und abgewickelt werden kann. Die erforderliche Umdrehung der Kettentrommel n wird ebenfalls von i aus durch an einer Kurbel thätige Arbeiter unter Einschaltung der zwei Zahnradvorgelege ik und lm zu Stande gebracht. Die höchste und tiefste Lage des äussersten Endes v der Gabel $\delta s \gamma$ wurde in unserer Figur beziehungsweise durch einen punktirt ausgeführten Kreisbogen $v^2 v v^3$ angedeutet.

Die vierte hier erforderliche Bewegung, die des ganzen Maschinenwerkes auf der vorhandenen interimistischen Eisenbahn (mittelst glatter, aber mit zwei Spurkränzen versehener Räder 6,6 laufend), ebenfalls durch Menschenkraft getrieben von der mit Ziffer 1 bezeichneten Kurbel aus, unter Einschaltung der Zahnradvorgelege 2 und 3 sowie 4 und 5, bedarf wohl keiner besonderen Erörterung.

Einen eigenthümlichen Bagger mit vertikal angeordneter Eimerkette lieferte vor einiger Zeit die Firma Gebrüder Schultz in Mainz für den Rheinbrückenbau bei Wesel. Derselbe war auch mit geneigter Leiter zu benutzen. Ausführlich (unter Beifügung von Abbildungen) über diesen Bagger berichtet der Bauinspector Bücking im Bremen im 4. Bande, Erste Abtheil., IV. Capitel S. 352 des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften (Leipzig, 1883).

Da, wie bereits bemerkt, die Saugbagger im später folgenden Abschnitte „Centrifugalpumpen“ mit erörtert werden sollen, so verbleibt uns hier noch die ausführlichere Besprechung der bereits S. 51 und S. 272 erwähnten vierten Gattung der heutigen Baggermaschinen, der Greifer-Zangen- oder Teufelsklauen-Bagger.

Die zur Zeit in Deutschland verbreitetsten Bagger dürften die sogenannten Krahnbagger sein, welche (wenigstens für Europa zuerst) die englische Firma „Pristmann Brothers in Hull und London lieferte. Die Verwendung derselben für einen besonderen eigenthümlichen Fall dürfte am schnellsten zur Erkenntniss ihrer Eigenthümlichkeiten und ihres Nutzens führen.

Der fragliche Bagger wurde nämlich bei einer Baugrube erforderlich, wo weder die Benutzung eines schwimmenden Eimer-Dampfbaggers (wegen des beschränkten Raumes), noch die Verwendung von Handeimern, wegen Grösse der zu fördernden Massen und verhältnissmässig grosser Hubhöhe derselben möglich war[1]).

Unsere Abbildung Fig. 237 zeigt die Disposition dieses Krahnbaggers beim Arbeiten.

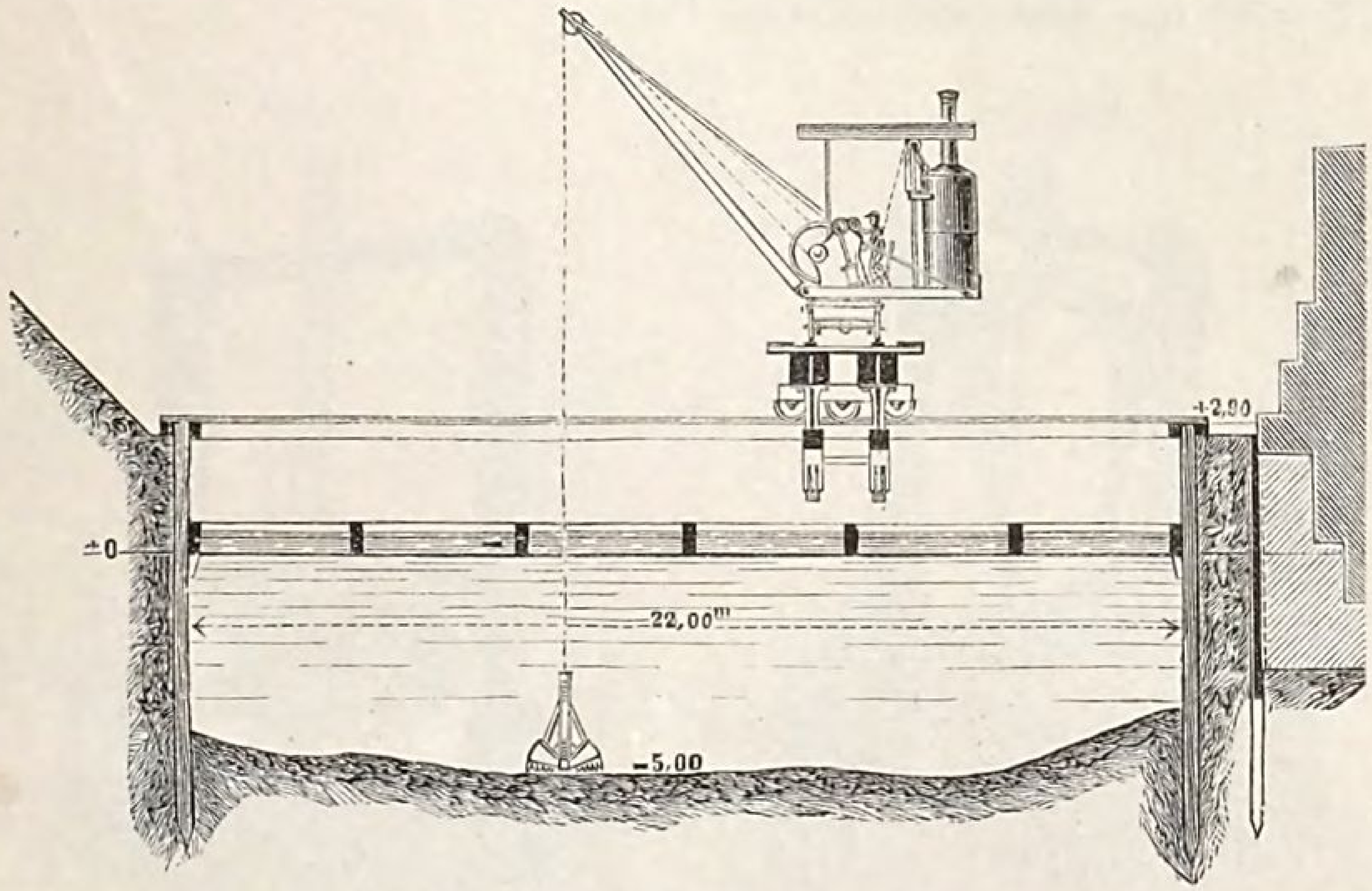
Eine mit dem Krahngerüste in bekannter Weise (Seite 203, Fig. 182 und 183) vereinigte Halb-Locomobile-Dampfmaschine ist auf einem Laufgerüste montirt, welches durch Menschenhand auf einer gehörig versteiften Brücke über der Baugrube (von 22 Meter Breite), dem Fortgange der Arbeit entsprechend, verschoben werden kann.

Laufgerüst und Zubehör sind, um gehörigen Widerstand zu leisten, so berechnet, dass der Bagger und der mit Material gefüllte Korb ein Gewicht von 400 Centner besitzen darf.

1) Centralblatt der (preussischen) Bauverwaltung vom 5. Januar 1884, S. 5—7. (Mit zwei Abbildungen in Holzschnitt).

Den eigenthümlichsten und zugleich wesentlichsten Theil der ganzen Anordnung bildet der oben am Auslader des Krahnes in Ketten aufgehangene Baggerkübel, der aus einem nahezu als Halbcylinder gestalteten Gefässe (Greifer) besteht, welches sich nach unten öffnen und schliessen lässt[1]).

Fig. 237.



Das cylindrische Gefäss AB ist in der folgenden Figur 238 in geöffnetem, dagegen in Figur 239 in geschlossenem Zustande gezeichnet.

Seine beiden als Sectoren gebildete Hälften können eine Drehung von circa 90 Grad um eine gemeinsame Achse vollziehen, welche Bewegung durch zwei Paar Gelenkstangen bewirkt wird, die an einem parallell zur Cylinderachse in einem viereckigen Rahmen gefügten Gleitstücke befestigt sind, derartig, dass dessen Aufwärtsbewegung die Sectoren öffnet, die Niederbewegung sie schliesst[2]). Zwei Ketten, an welchen der Kübel in geeigneter Weise aufgehangen ist, spielen dabei eine Hauptrolle. An der einen Kette hängend ist der Kübel (nach Figur 238) offen, in welchem Zustande er auf den zu baggernden Boden niedergelassen wird, so dass in diesen die nach unten gerichteten Schneiden vermöge des beträchtlichen Eigengewichtes des Ganzen eindringen, während die zweite der genannten Ketten schlaff hängt.

1) Zur Beschreibung der mancherlei Anordnungen, die man diesen Greif- Raff- und Transport-Apparaten nach und nach gegeben hat, fehlt hier der Raum. Es muss desshalb auf betreffende Special-Abhandlungen verwiesen werden, beispielsweise auf die Zeitschr. des Vereins deutscher Ing. Jahrg. 1874, S. 35 (Apparate von Morris, Curtis, Seymonds u. Both) und auf Dingler's Polytech. Journal Jahrg. 1876, Bd. 220, S. 504 (Apparate von Bruce u. Batho) etc.

2) Ausführlicher (ebenfalls mit Abbildungen begleitet) beschrieben im Centralblatte der (preussischen) Bauverwaltung vom 25. Nov. 1882, S. 434.

Zur geeigneten Zeit wird die erstere Kette nachgelassen und die zweite angezogen, wodurch der Schluss der Sectoren gewaltsam erfolgt, vorher und dabei aber auch ein ihrem Inhalte entsprechendes Stück des Baggermaterials ausgeschnitten und aufgenommen wird. Beim weiteren Anziehen der zweiten Kette hebt sich der gefüllte Kübel aus dem Wasser und wird verhältnissmässig rasch zu der Höhe gehoben, in welcher sein Weitertransport und schliesslich sein Ausschütten erfolgen kann.

Fig. 238.

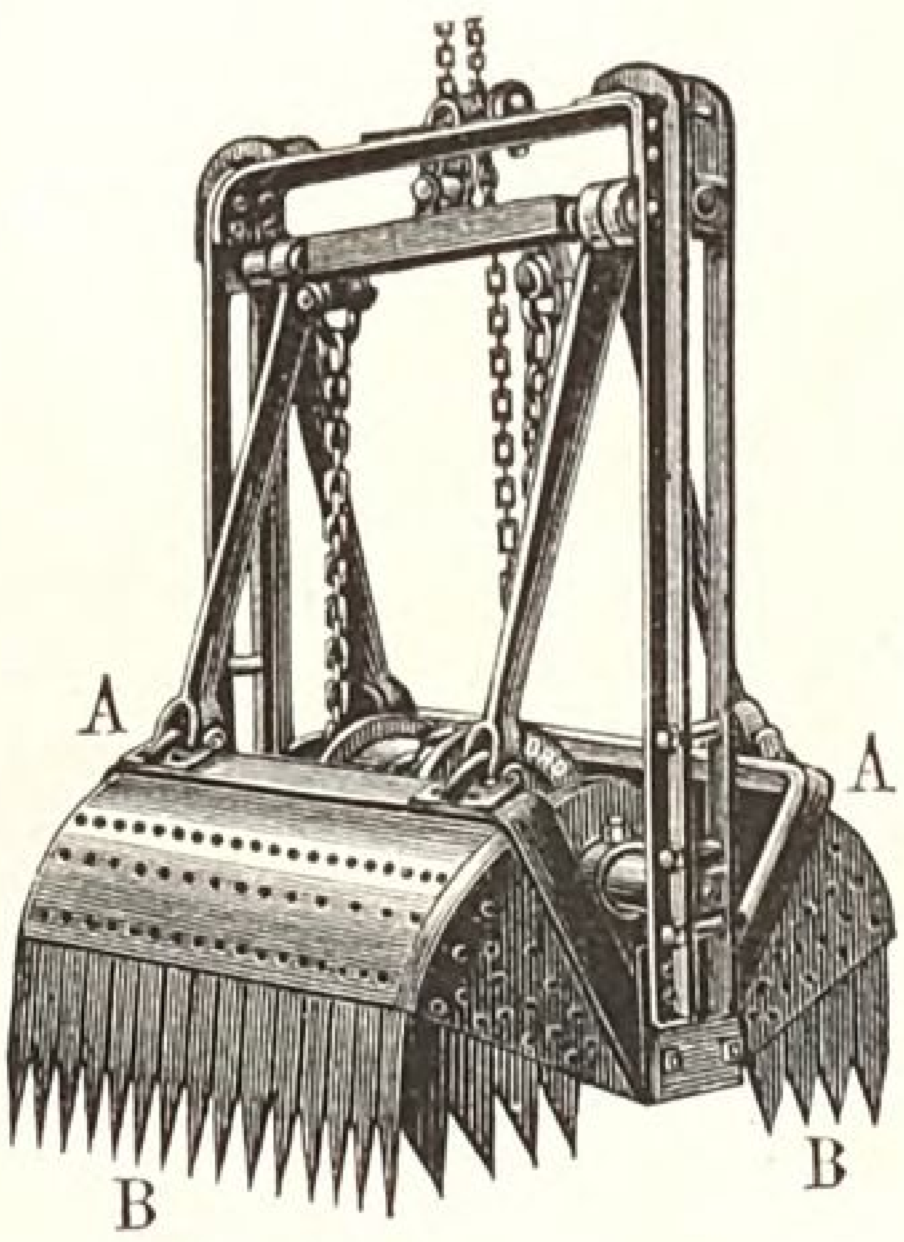
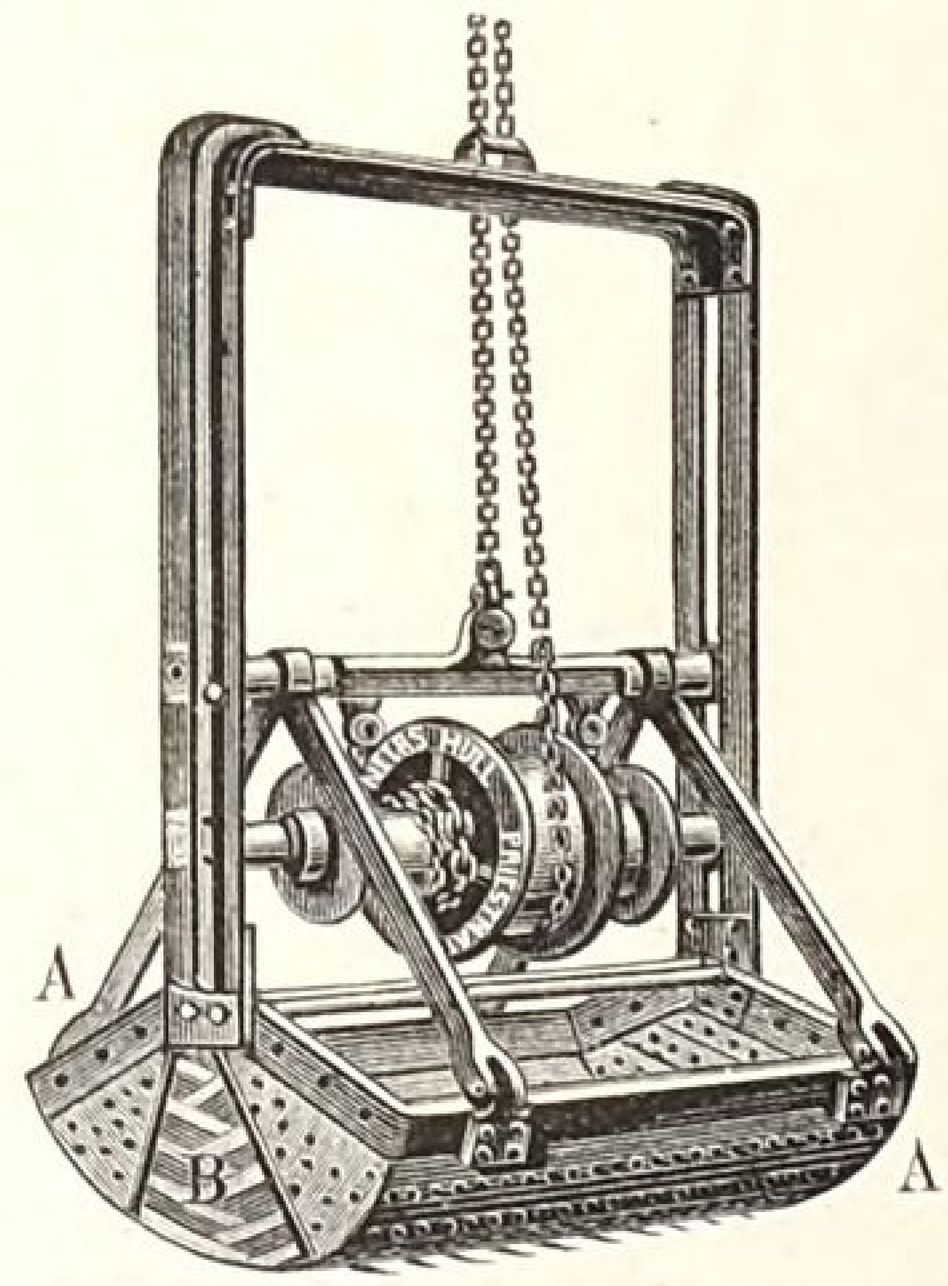


Fig. 239.



Ueber Leistungen der Priestmann'schen Krahnbagger berichtet das (als unsere Quelle angegebene) Centralblatt der Bauverwaltung und zwar in beiden citirten Jahrgängen (1882 u. 1884).

Höchst wahrscheinlich haben die Gebrüder Priestmann die Idee zu ihren Krahnbaggern den Nordamerikanern entlehnt, mindestens ist nachzuweisen, dass bereits am Ende der 60er Jahre die Firma Morris & Cummings in New-York schwimmende Krahnbagger von der Anordnung für den Hudson River erbaut hatte[1]) wie solche die hier folgende Figur 240 erkennen lässt.

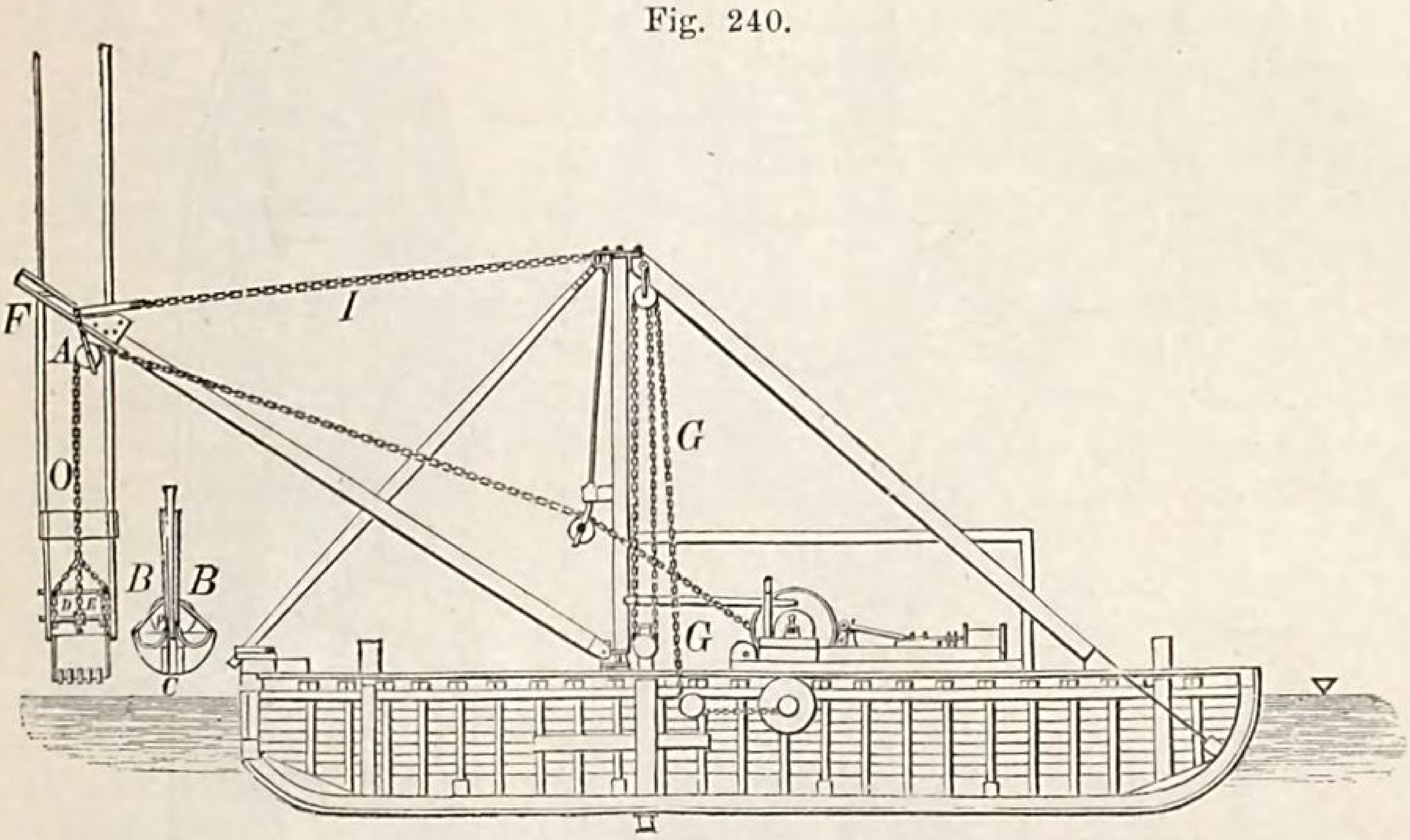
Der ebenfalls zweitheilige, segmentartig gebildete und zum Oeffnen wie Schliessen angeordnete Kübel *B* (in zwei Ansichten skizzirt) hängt auch hier in geeigneten Ketten *A O*, während die Neigung des Krahnauslegers *F* durch ein Kettenzugwerk *I G* beliebig verändert werden kann.

Professor Dietrich (Königl. Tech. Hochschule in Berlin) in seinem bereits S. 51 genannten „Nordamerikanischen Reiseskizzen" erwähnt in Bezug auf diese Gattung von Baggermaschinen (a. a. O., S. 50) besonders, dass sich bei deren Verwendung die Geschicklichkeit der Amerikaner zeigt, durch Ausleger und Flaschenzug-Constructionen alle mögliche Bewegungen herbeizuführen.

1) Byrne, in Spon's Dictionary of Engineering, Division II (1870), pag. 1295 (hier findet sich auch eine recht vollständige Grundrissfigur des Baggers).

Die bereits oben (S. 295 in der Note 1) genannten englischen Ingenieure Bruce und Batho in London liefern seit einigen Jahren colossale Dampf-Baggermaschinen (Fig. 240 und Fig. 241) mit Greifer Apparaten, wobei die Einwirkung des Dampfes auf den eigentlichen Baggerapparat keine direkte ist, vielmehr eine Art von hydraulischer Motor in der Gestalt von Druckpumpen eingeschaltet wird, und wesshalb sie das ganze Werk „Hydraulic

Fig. 240.



Dredger“ nennen. Da hierbei gewöhnliche Accumulatoren (S. 42) unmöglich waren, so wurden zwei eigenthümliche Accumulatoren construirt, nämlich ein Dampf- und ein Feder-Accumulator, die in unserer Quelle[1]) näher beschrieben sind. Diese Anordnung erwiess sich um so zweckmässiger, als sie ebensowohl die Aufspeicherung einer Menge von Kraft gestattet, wie sie auch die Möglichkeit gewährt, einen regelmässigen Gang der Maschine zu sichern, beziehungsweise den zufolge der Unregelmässigkeiten in der Arbeitsleistung des Baggerapparates sonst unvermeidlichen ungleichmässigen Kraftverbrauch zu reguliren.

Das eigentliche Baggerwerkzeug ist der aus zwei halbkugelförmigen Theilen gebildete Apparat von Bruce & Batho, auf den wir bereits in der 1. Note S. 295 aufmerksam machten und in Betreff dessen specieller Construction auf die unten angegebene Quelle verwiesen werden muss[2]).

Das Heben und Senken, Schliessen und Oeffnen der Greiferwerke erfolgt hier überall durch hydraulischen Druck, im Gegensatze der Priestmann'schen

1) Centralblatt der Bauverwaltung vom 22. April 1882, S. 136 u. 137.

2) Institution of Mechanical Engineers. Proceedings 1879, pag. 534 unter der Ueberschrift: On the Construction and Working of a Vertical Action Steam Dredger in India. Diese werthvolle Abhandlung ist mit nicht weniger als sieben Tafeln gut gezeichneter Abbildungen begleitet. Weniger klar ist eine Abbildung in Nr. 16 des Centralblattes der Bauverwaltung. Jahrg. 1882, S. 137.

Greifer, welche schon durch ihr Eigengewicht und durch sinnreiche Ketten-Stangen und Hebel-Anordnungen wirksam gemacht werden.

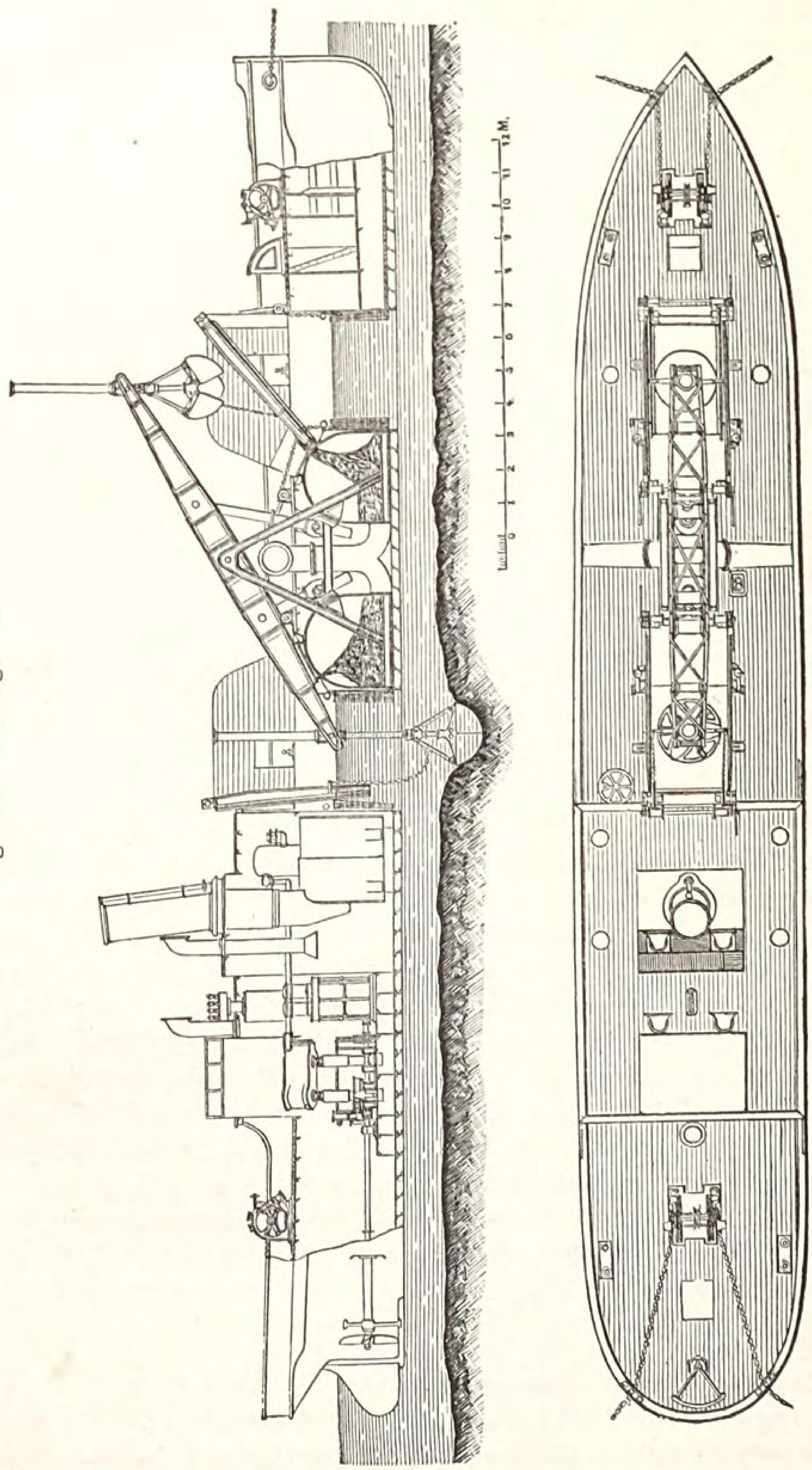


Fig. 241 und Fig. 242.

Wie vorstehende Abbildungen Fig. 241 und Fig. 242 erkennen lassen, sind die Baggergefässe an den Enden eines mächtigen Balancier's aufgehangen,

unter welchen sich grosse Recipienten zur Aufnahme des gebaggerten Materiales befinden. Die Entleerung dieser Recipienten (Kammern) wird schliesslich, wie bei dem Duckham'schen pneumatischen Bagger (S. 288, Fig. 233) mittelst comprimirter Luft bewirkt, die von einer besonderen Luftpumpe in die vorher hermetisch zu schliessenden Recipienten eingeleitet wird.

Das Fahrzeug von rund 40 Meter Länge wird von einer Zwillingsschraube getrieben, die gemeinschaftlich mit dem Baggerapparate von einem Dampfmaschinensystem bewegt wird, dessen Pferdekraftzahl unsere Quelle zu 340 angiebt.

Die Leistungsfähigkeit des Baggers wird zu 36 Balancier- Oscillationen, pro Stunde mithin zu 72 Calottenfüllungen angegeben. Da der Inhalt eines jeden der halbkugelförmigen Gefässe 5 Tonnen betragen soll, so würden hiernach pro Stunde 360 Tonnen Material gefördert. Im wiederholt citirten Centralblatte für Bauverwaltungen wird dies hydraulische Baggersystem insbesondere für Stromregulirungen empfohlen, namentlich aber zur Wegbaggerung von Sand- und Kiesbänken in Strömen von grosser Geschwindigkeit.

Spätere Berichte, vom Ende des Jahres 1884[1]) lassen zweifellos erkennen, dass das hydraulische Baggersystem von Bruce und Batho noch immer ausgeführt und besonders für Indien (u. A. für British Birma) in Anwendung gebracht wird.

Nach officiellen Berichten der englisch-indischen Regierung sollen die Baggerunkosten mit diesen Maschinenwerken nicht mehr als 1 Pence pro Cubikyard Fördermaterial betragen[2]).

Der Verfasser benutzt die Gelegenheit Einiges zu dem nachzutragen, was S. 48 und ferner über die sogenannten Trockenbagger erwähnt wurde und verwendet hierzu (gleichsam als Uebergangsmittel von den Nass-Baggern zu den

1) Engineering vom 5. Decbr. 1884, pag. 520.

2) Hier, am Schlusse der allgemeinen Erörterung über „Nass-Bagger“, hält es der Verfasser für Pflicht, auf Notizen eines französischen Ingenieurs des Strassen- und Brückenbaues mit Namen Lavoinne aufmerksam zu machen, welche derselbe in den Annales des Ponts et Chaussées (1. Semestre, 1880, pag. 161 etc.) unter der Ueberschrift veröffentlicht:

„Notice sur les divers procédés le dragage employés dans les ports de l'amerique du nord“ (beigegeben sind drei Kupfertafeln mit schönen Abbildungen).

Bemerkt wird im Eingange, dass zu jener Zeit (1880) in Nordamerika und Canada hauptsächlich nachbenannte vier Systeme Trockenbagger in Anwendung waren:

1. Bagger mit Eimern und Leitern etc.
2. „ „ Schaufeln oder Löffeln.
3. „ „ Fang-Muscheln oder Greifern.
4. „ „ Saugvorrichtungen.

Speciell berichtet wird über die Bagger Nr. 2 und bemerkt, dass der berühmteste seiner Art der Bagger von Osgood sei (ähnlich der nachfolgenden

Trocken-Baggern) zunächst eine Abhandlung des engl. Ing. Ruston in Lincoln, der eine Erdaushebung unter Wasser (Subaqueous-Work) in der unten notirten Quelle bespricht[1]).

Nach der von Ruston & Proctor in Lincoln, von der zweiten Hälfte der 70er Jahre an, gelieferten und viel belobten Construction von Dampf-Erdexcavatoren[2]) die übrigens sehr an die für gleiche Zwecke schon seit 1843 vom New-Yorker Ingenieur Ottis ausgeführten und vielfach benutzten Maschinen für gleiche Zwecke erinnern — wird in unserer (englischen) Quelle die vorbenannte Maschine, von Ruston selbst, als „Baggermaschine unter Wasser“ in Vorschlag gebracht[3]).

Unsere Quelle stellt die fragliche Maschine, Fig. 243, in $^1/_{130}$ wahrer Grösse dar.

Zur Aufnahme des ganzen Maschinenwerkes schlägt Ruston vor, einen eisernen Ponton zu verwenden, der 50 Fuss lang, 22 Fuss breit ist und höchstens $2^1/_2$ Fuss eintaucht.

Ein eiserner Thurm *T* trägt den Krahnauslader *I*, der um die verticale Säule *P* drehbar angeordnet ist. Mit dem Auslader ist die grosse Stielschaufel *AB* derartig verbunden, dass letztere die verschiedenen, in unserer Figur gezeichneten Lagen (Angriff des Bodens und Ausschütten desselben in geeigneter Höhe) annehmen kann. Diese Lagenveränderung und beziehungsweise Verkürzung etc. der Länge des Armes *A* geschieht durch einen Arbeiter vom Handrade *W* aus. Die Betriebsdampfmaschine nebst der zur Fortpflanzung der Bewegung erforderlichen Zahnradtransmission ist in unserer Abbildung mit dem Buchstaben *D* bezeichnet. Der Aufzug, das Heben der beladenen Lastschaufel *B* erfolgt durch eine von *D* ausgehende Kette *R*, während die erforderliche Drehung des Auslegers *I* um den Ständer *P*, ebenfalls von *D* aus, unter Einschaltung geeigneter Mechanismen zwischen *D* und *M* geschieht.

Beschreibung der in England und Deutschland unter dem Namen Ruston & Proctor Excavatoren bekannten Maschinen.

Noch ausführlicher handelt Lavoinne von den unter Nr. 3 genannten Greifer-Baggern, wobei, unter Beigabe sehr guter Abbildungen, die Fanggefässe von Morris & Cumings, Both, Hall, Curtis & Fobes, Symond und Holroyde ausführlich erörtert werden.

Auf die Saugbagger Nr. 4 kommen wir im späteren Abschnitte „Wasserpumpen“ zurück.

1) Diese interessante Abhandlung trägt die wenig passende Ueberschrift: „Description of Dunbar and Ruston's Steam Navy“ und ist abgedruckt in der Institution of Mechanical Engineers. Proceedings, August 1885 (Lincoln Meeting) pag 349. Beigegeben sind sechs vortrefflich nach Maass ausgeführte Zeichnungen.

2) Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrg. 1878 (Bd. 24), S. 193 unter der Ueberschrift: Ueber den Trockenbagger (Steam Navy) von Ruston & Proctor zu Lincoln. Ferner Dietrich's Reiseskizzen aus Nord-Amerika, Seite 50.

3) Man beachte übrigens auch die S. 54 dieses Bandes (am Ende der Seite) angegebenen literarischen Angaben.

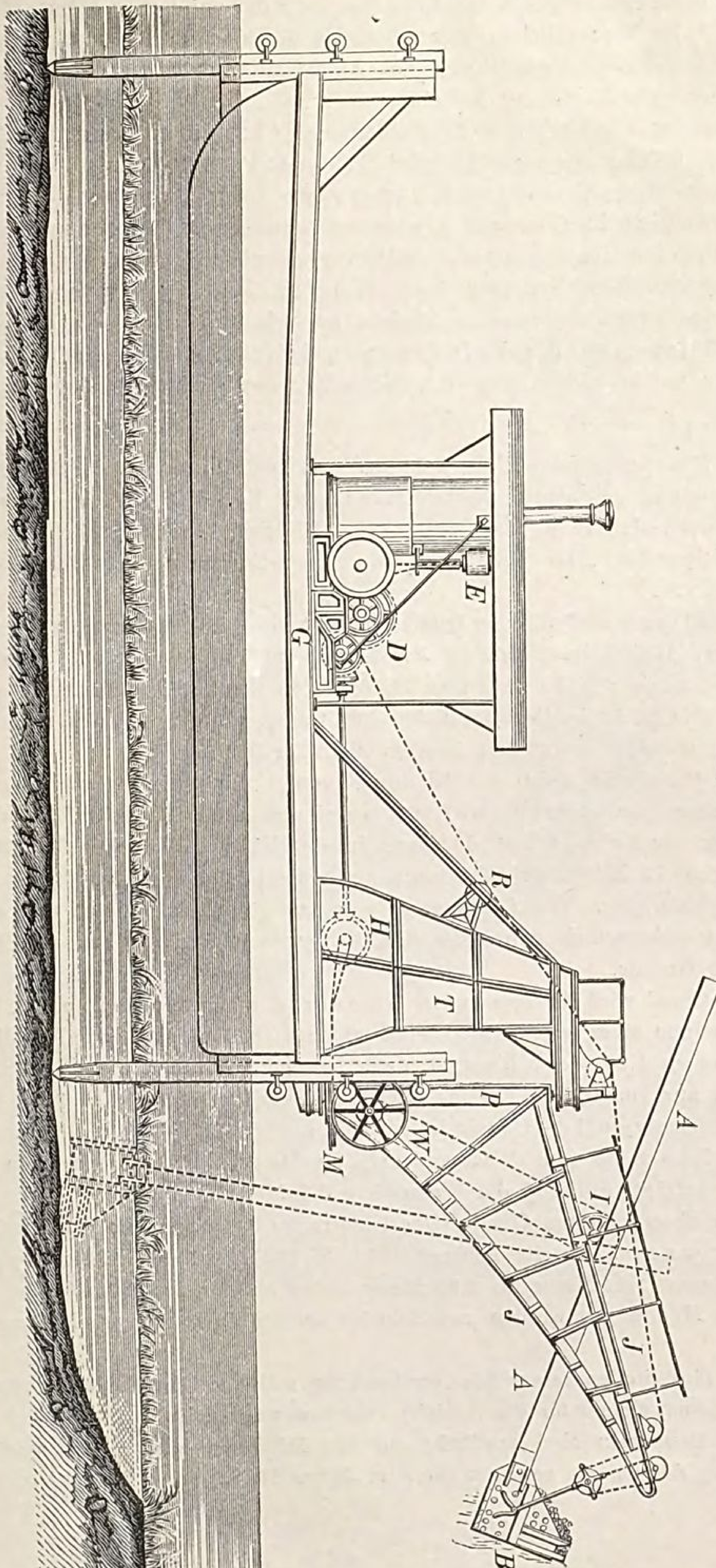


Fig. 243.

Wie bereits erwähnt, ist diese Maschine der englischen Firma Ruston & Proctor im Wesentlichen nur eine Nachbildung der aus den 40er Jahren stammenden Dampf-Excavatoren des Amerikaners Ottis, wovon wir bereits S. 48 eine gute Abbildung lieferten.

Fast dasselbe Urtheil ist über die neuen Schaufelbagger von Osgood[1]) zu fällen, welche gegenwärtig beim Baue des Panama-Canals[2]) auf der Seite des Stillen Meeres, von amerikanischen Ingenieuren und Unternehmern vorzugsweise in Gebrauch genommen werden. Da auf der anderen Canalseite, von Colon aus, fast ausschliesslich verbesserte und vergrösserte Excavatoren des ursprünglichen Systemes Couvreux (S. 53, Fig. 40) von den daselbst arbeitenden Franzosen benutzt werden, so wird man abwarten müssen, was schliesslich die Erfahrungen lehrten. Wahrscheinlich wird es auch hier auf besondere Eigenthümlichkeiten des Erdbodens, der jedesmaligen

1) Eine vollständige Uebersicht der von den Franzosen beim Panama-Canale in Anwendung gebrachten Ketteneimer-Bagger liefert das Pariser Journal „Le Génie Civil“, Jahrgang 1884 und 1885. Hiernach berichtet auch Uhland in seiner Zeitschrift „Der praktische Maschinen-Constructeur“, Jahrgang 1885, S. 182 u. 192.

Direkt aus amerikanischer Quelle stammt ein lesenswerther (mit Illustrationen begleiteter) Artikel im Scientific American vom 14. Februar 1885, welcher die Ueberschrift trägt: „The American Dredgers on the Panama Canal“.

2) Wie S. 52 in Bezug auf den Suez-Canal, halten wir auch hier folgende, den Panama-Canal betreffende Notizen nicht für überflüssig.

Als Canallinie steht die Richtung von Colon (am Atlantischen Ozean) nach Panama (am Stillen Ozean) fest, wobei die bereits längst existirende Eisenbahn über die Erdenge fast durchaus in der Nähe bleibt. Die Totallänge des Canals wird 73 Kilometer (also noch nicht die Hälfte des Suez-Canals von 160 Kilometer) betragen. Von (der Insel) Colon aus gerechnet, berührt und schneidet der Canal mehreremals den Fluss Rio Chagres, von Panama aus gerechnet den Fluss Rio Grande.

Der Canal wird ein sogenannter offener, d. h. ein Canal ohne Schleusen, mit Ausnahme einer sogenannten Fluthschleuse bei Panama, woselbst die Fluthschwankungen 4,80 Meter bis 6,35 Meter betragen, während diese Schwankungen bei Colon nur von 0,43 Meter bis 0,59 Meter variiren.

Das Wasserprofil des Canals in Erdreich ausgehoben bildet ein Paralleltrapez, dessen grösste Seite (am Wasserspiegel) 50 Meter, kleinste Seite (am Boden) 22 Meter beträgt, während die Wassertiefe 8,5 Meter sein wird.

Nach unserer besten Quelle (Oberbaudirector Franzius im III. Bande seines „Wasserbaues“, Zweite Auflage 1884, S. 232) liegt der mittlere Spiegel des Stillen Ozeans, 1,62 Meter bis 2,90 Meter höher als der des Atlantischen Ozeans. Für beide Mündungen werden zum Schutze der Schiffe sogenannte Molen (Jeté's) erbaut.

An fünf Stellen seiner Längeerstreckung soll der Canal mit Kreuzungsstellen (Ausweichen für die Schiffe) versehen werden.

Die Baukosten sind vorläufig auf 674 Millionen Mark veranschlagt. Die Vollendung des Canals erwartet man im Jahre 1888.

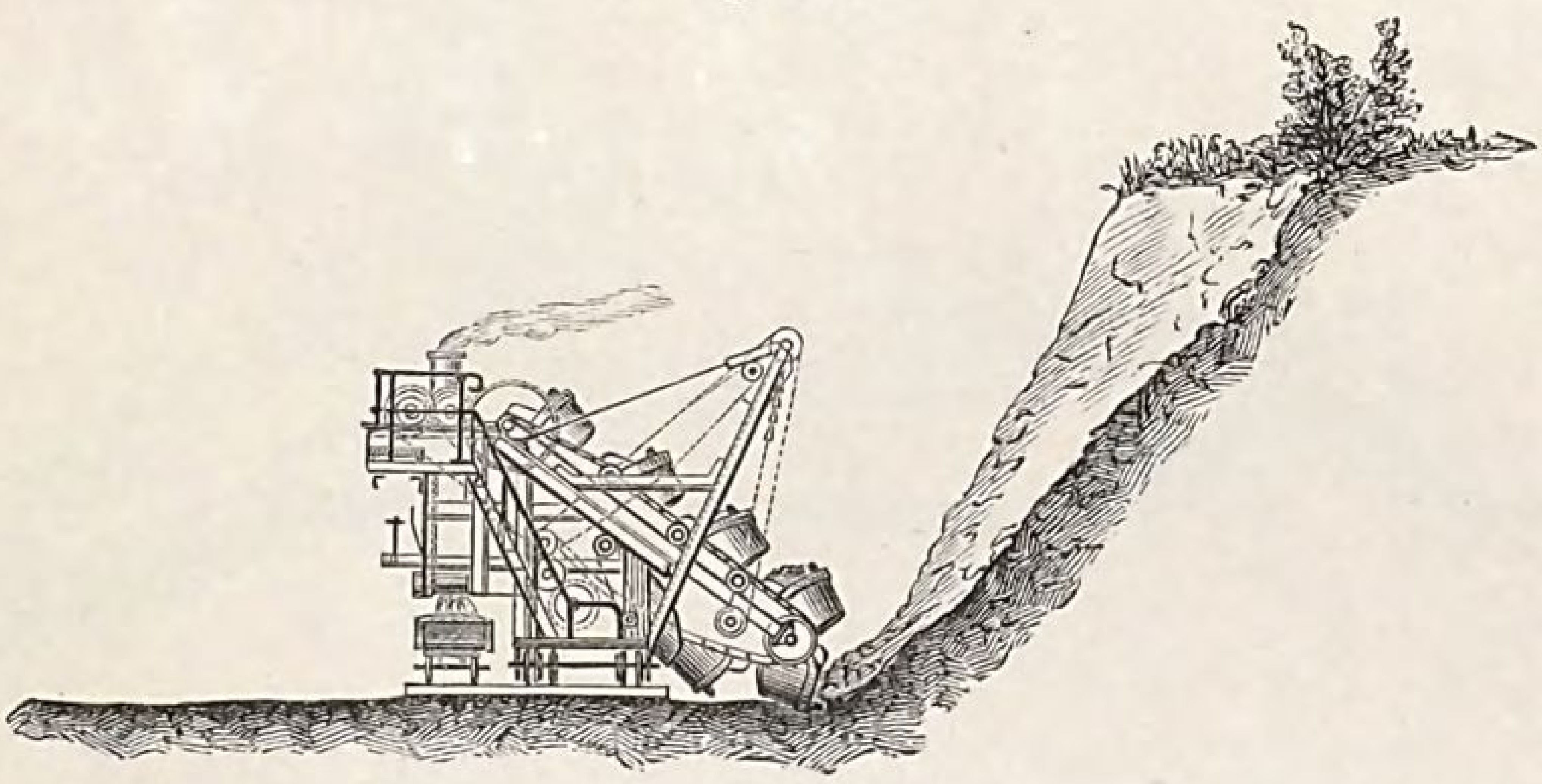
Terrainverhältnisse, kurz auf allerlei Umstände und Verhältnisse bei der Entscheidung für das eine oder andere System ankommen, wie wir bereits S. 272 (Note 3) in Bezug auf Nassbagger mit Stielen und Schaufeln, gegenüber Ketteneimer-Baggern andeuteten.

In Deutschland hat sich um den Bau von sogenannten trockenen Excavatoren (Trockenbagger) besonders die Maschinenbau-Gesellschaft Lükeck (in Lübeck) verdient gemacht[1]). Von den Vorbildern der Franzosen gehörig Notiz nehmend, hat diese Fabrik ihre Trockenbagger wesentlich verbessert.

Auf das Gesuch des Verfassers empfing derselbe von den Direktoren der Lübecker Fabrik nicht nur werthvolle Notizen über die betreffenden Maschinen überhaupt, sondern auch Zeichnungen und Clichées derselben, wobei nur zu bedauern ist, dass zu deren vollständigen Aufnahme im gegenwärtigen Buche der Raum fehlt.

Der Verfasser muss sich daher auf nachstehende (kürzere) Notizen beschränken, dabei bemerkend, dass diese Excavatoren u. A. bei den jüngsten Zollanschlussbauten in Hamburg und bei den Correctionen der Weser erfolgreiche Anwendung finden. Die hier zunächst folgende Anordnung Fig. 244

Fig. 244.

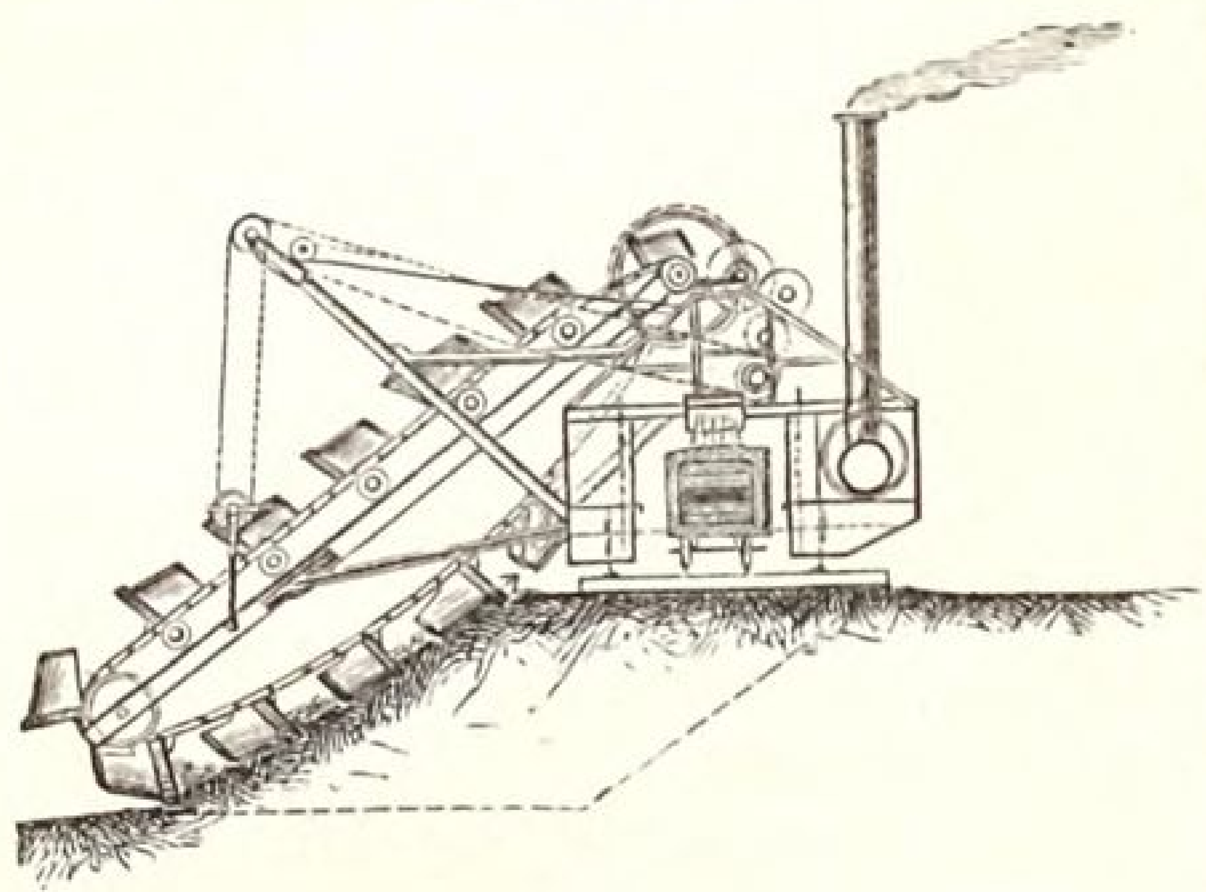


zeigt die Arbeitsdisposition der Lübecker Trockenbagger bei der Herstellung von Abträgen. In unserer Quelle (Illust. Katalog der Fabrik) wird noch zweierlei bemerkt. Erstens, dass die Eimerleiter nahezu horizontal arbeiten kann, ohne dass die Füllung der Eimer beeinträchtigt wird, indem vorgelegte, gegliederte Schutzbleche ein Verschütten des aufgenommenen Erdbodens unmöglich machen. Zweitens, dass dieser Apparat auch so eingerichtet werden kann, dass die Eimerleiter durch Reserveeimer und Verlängerung zur Tiefbaggerung brauchbar gemacht werden kann. Die nächstfolgende Skizze

[1]) Die Lübecker Maschinenfabrik liefert indess auch (mit Erfolg) See- und Fluss-Dampf- (Nass-) Bagger. Ferner alle Arten von sogenannten Baggerfahrzeugen, wie feste Baggerprähme, Bodenklappprähme, Seitenklappprähme, Dampfbaggerapparate zum Entleeren fester Prähme.

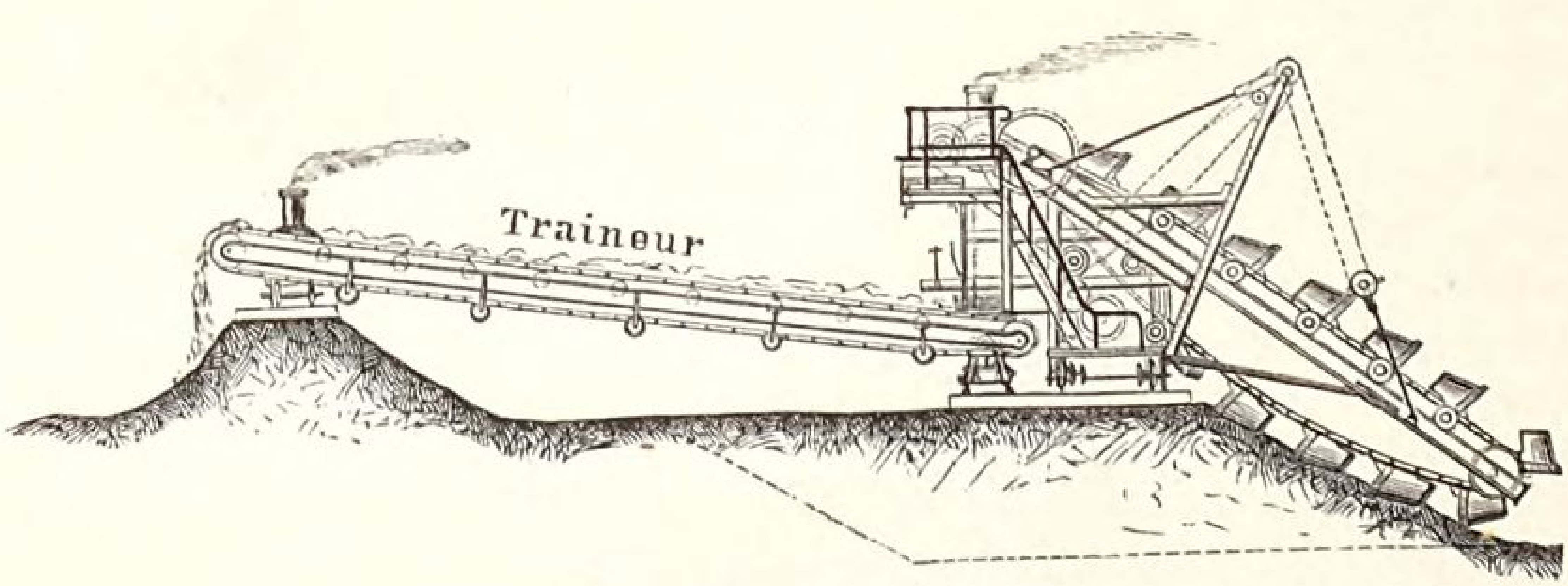
Fig. 245 zeigt die allerneueste Anordnung (nach dem Patente[1]) von Vollhering und Bernhardt in Lübeck), worauf wir später ausführlich zurückkommen. Vorläufig werde nur bemerkt, dass sich diese Construction insbesondere für grössere Tiefen eignet, wie namentlich im Canalbau vorkommen. Ein derartiger Apparat baggerte im Jahre 1884 (für die Wesercorrection) das neue Stromprofil bis zur Sohlentiefe von 4,20 Meter unter Schienenoberkante in einem einzigen Schnitte aus.

Fig. 245.



Für gleichzeitige Dammschüttung zeigt Fig. 246 denselben Apparat, ohne Kippwagenbetrieb, unter Anwendung eines sogenannten Traineurs, einer Schüttrinne, zugleich Elevator (ähnlich den beim Suez-Canale angewandten Elevatoren, S. 55

Fig. 246.



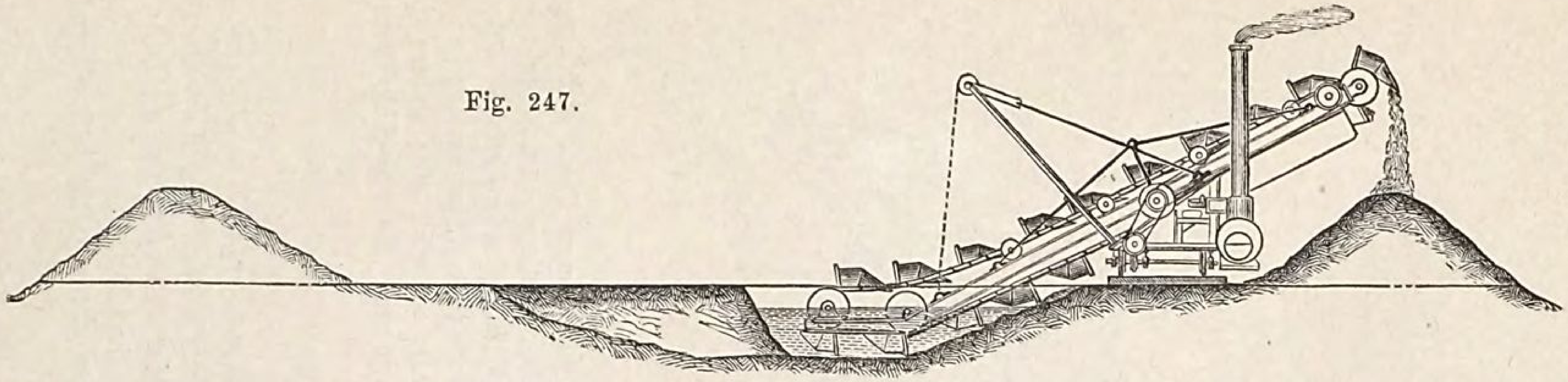
und 56, Fig. 41). In etwas modificirter Form hat derartige Apparate die Lübecker Fabrik für die Zollanschlussbauten in Hamburg geliefert, woselbst sie bis 5 Meter Tiefe baggern sollen. Auch in Bremen haben diese Maschinen für gleiche Zwecke sehr günstige Resultate ergeben.

Zur Aushebung eines Canals von mässiger Breite hat die Fabrik einen Excavator nach Fig. 247 construirt, welcher zunächst die eine Hälfte des Canals baggert, während der geförderte Boden zur selbstständigen Schüttung in der Weise verwandt wird, wie unsere Skizze erkennen lässt. Ist die eine Hälfte des Canales fertig, so wird der gegenüberliegende Längsstreifen ebenso vollendet. Hierbei ist also weder ein Rücken von Schienen, noch sind (besondere) Förderungen und Locomotiven erforderlich.

Letztere für kleine Schiffskanäle ungemein bequeme Arbeitsmethode, stellt die ganze Erdarbeit maschinell mit weniger Leuten, ohne Rücksicht auf

1) Deutsches Reichspatent N. 31673 vom 22. Aug. 1884.

Fig. 247.



schlechte Witterungsverhältnisse fertig. In Bremen und an anderen Orten konnte der Betrieb mit diesen Excavatoren ohne Aufenthalt auch des Nachts weitergehen.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen betrachten wir noch speciell die Excavatoren-Gattung Fig. 245 (Patent Vollhering & Bernhardt) als dasjenige Maschinenwerk, welches die Lübecker jetzt fast ausschliesslich bauen.

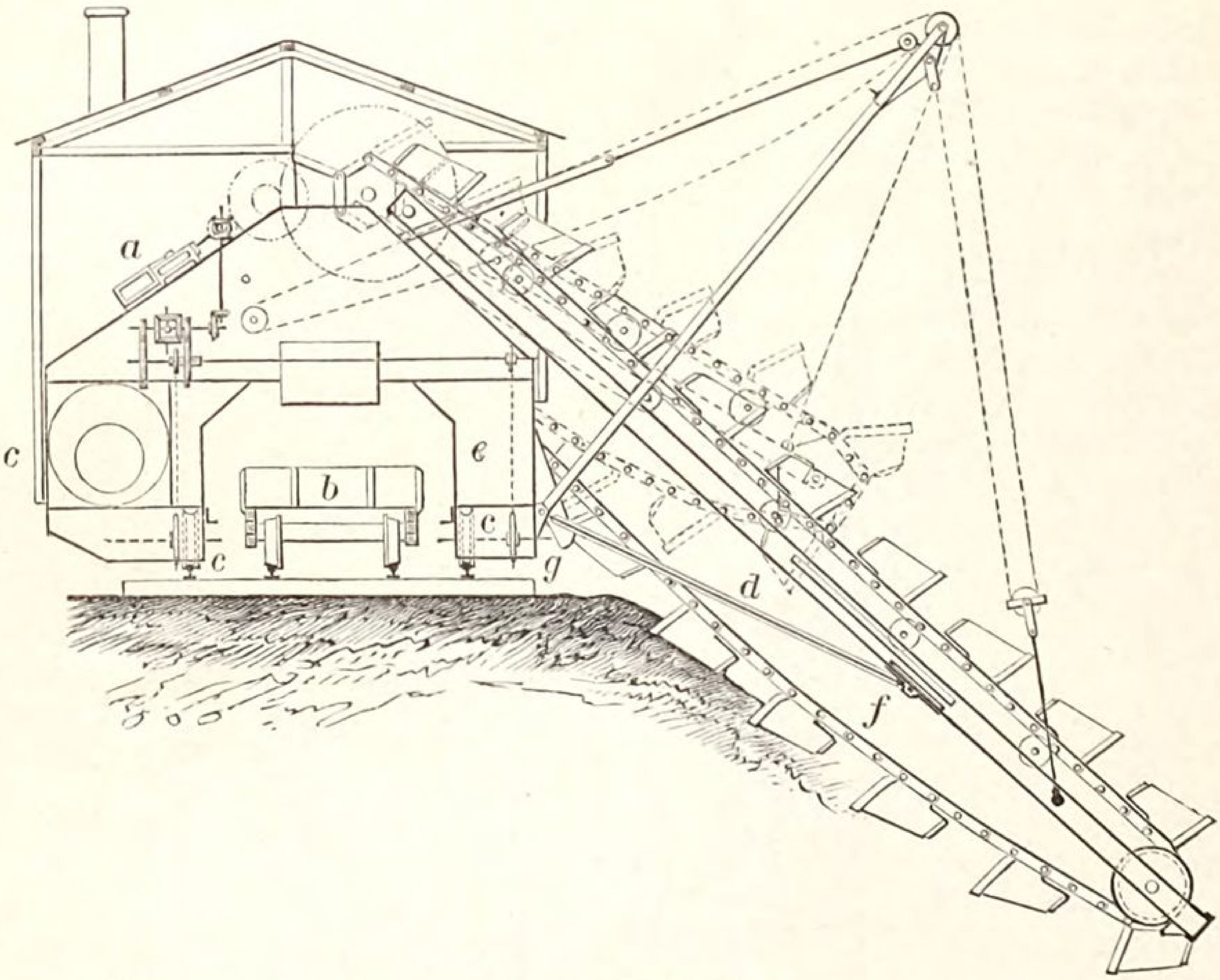
Wie aus nachstehender Skizze Fig. 248 erhellt, ist dieser Excavator ein ebenfalls durch Dampfmaschine *a* betriebener Trockenbagger (eine Grabemaschine) und zwar von der Eigenthümlichkeit, dass nicht, wie bei den gebräuchlichen Ausführungen, das Eisenbahngleis für die Transportwagen *b* neben dem Excavatorgleise, sondern innerhalb des Maschinengestelles, zwischen die Schienen des Excavatorgleises gelegt ist, so dass das Wagengestell *ee* des Baggers, auf zwei von einander unabhängigen Reihen Laufräder *cc* gestützt, den Transportwagen *b* überbrückt, indem es für diesen ein entsprechendes Fahrprofil freilässt.

Der Zweck dieser Anordnung erhellt bei näherer Betrachtung sofort. Man will einfach die vordere, der Böschungskante zunächst liegende Schiene durch Verlegung der schweren Maschinerie nach der entgegengesetzten Seite entlasten, dadurch aber zugleich die Stabilität erhöhen und den Apparat durch Vertheilung des Gesammtgewichts auf eine grosse Grundfläche für die Arbeit auf weniger festem Untergrunde verwendbar machen.

Ausserdem haben die Constructeure eine zweckmässige (in der Patentbeschreibung durch Zeichnungen erläuterte) Antriebsvorrichtung, unter Benutzung sogenannter Differenzialgetriebe, für die Laufräder *cc* zur Fortbewegung des ganzen Excavators in Anwendung gebracht, sowie endlich sogenannte Balancier-Vorrichtungen (ähnl. bei den Locomotiven der Eisenbahnen. Bd. III, S. 472 u. 473) angeordnet wurden, um Ungenauigkeiten der Räderbelastungen auszugleichen, welche beim oftmaligen Verlegen der Arbeitsgleise unausbleiblich sind.

Um bei Herstellung von Canaleinschnitten die weit ausladende Eimerleiter gegen seitlich wirkende Kräfte (gegen seitliches Ausweichen) abzusteifen, wurde das Gestell (in Figur 248) mit Druckstreben *d* und mit seitlich

Fig. 248.



an den Wänden *g* befestigten (nur im Grundrisse unserer Figur sichtbaren Zugstangen, sowie einer Traverse *f* versehen. Durch diese Anordnung fällt zugleich das beim Heben oder Senken der Eimerleiter erforderliche Lösen und Wiederbefestigen der sonst gebräuchlichen Halteketten hinweg.

Soll der Apparat für Abträge benutzt werden, so wird eine andere, in Fig. 248 punktirt angegebene Eimerleiter aufgelegt und die Maschine muss anders herumgehen.

Für die Weiterentwickelung und Verbesserung der Trockenbagger (Excavatoren) sowie nicht minder der Nassbagger, dürfen die Bemühungen der französischen Civil-Ingenieure Jacuelin & Chèvre, Excavatoren mit beweglichen Gelenk-Bechern zu construiren[1]) nicht unerwähnt bleiben.

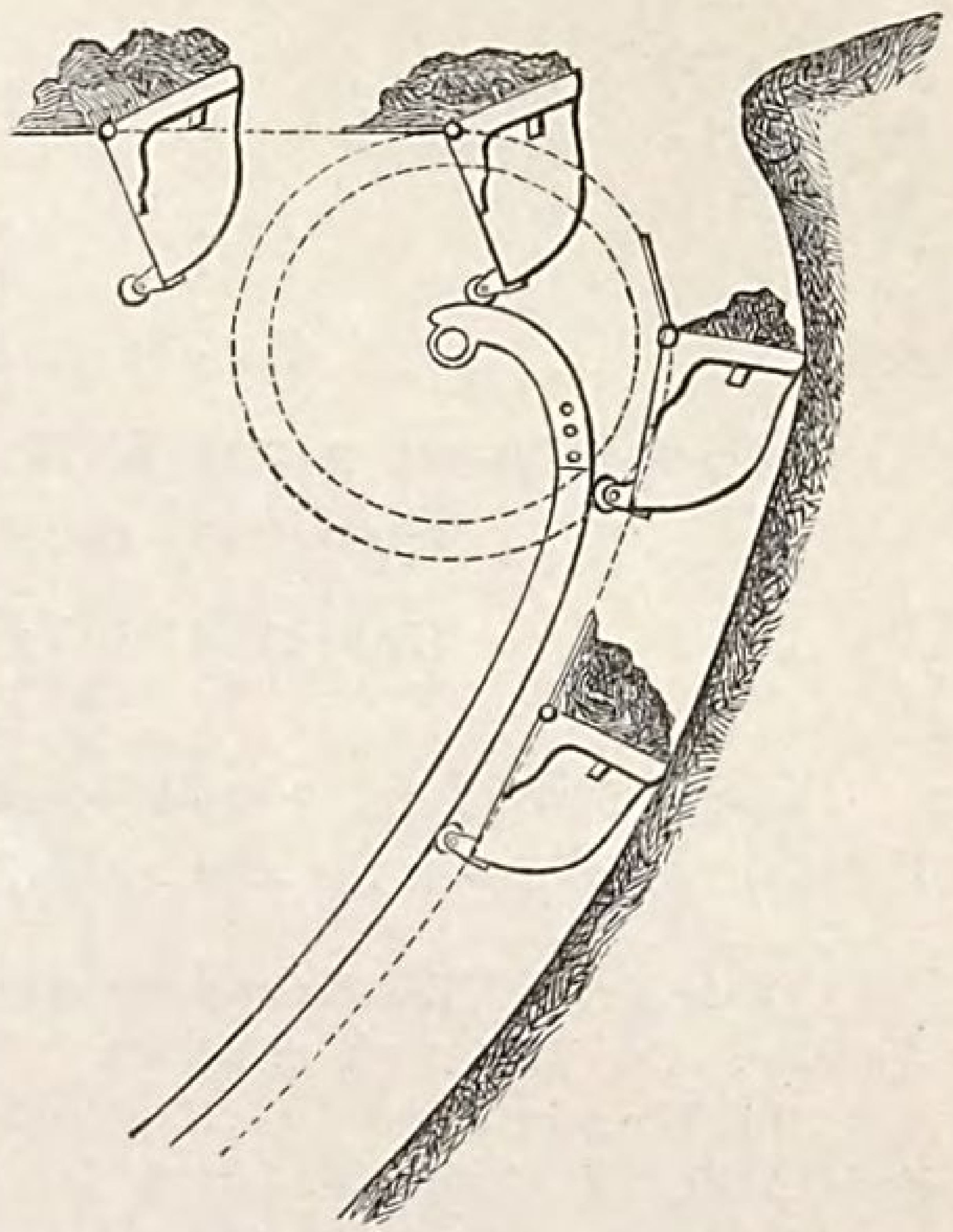
Selbstverständlich können Becherwerke nur dann völlig befriedigende

1) Le Génie Civil, Tome V (1884), pag. 20, 97, 358, 394, ferner Glaser's Annalen etc. vom 15. Nov. 1884, Seite 184 etc., sowie Scientific American vom 29. November 1884.

Resultate liefern, wenn, unter sonst guten Constructionsverhältnissen, die gefüllten Becher stets eine nahezu verticale Bewegungsrichtung erhalten.

Die genannten Ingenieure haben letztere Forderung dadurch zu erreichen gesucht, dass sie jeden Becher zu einer geeigneten Drehung veranlassen und entsprechend mit der Kette verbinden.

Fig. 249.



Wie nebenskizzirte Fig. 249 erkennen lässt, besitzt jeder Becher an seiner unteren Parthie eine Rolle, welche während der Arbeitsperiode auf einem durch kräftiges T-Eisen gebildeten Führungsbogen gleitet. Begrenzt wird die Neigung durch Knaggen, die mit den Scheidewänden der Becher ein Stahlstück bilden. Der Rollenführungsbogen schliesst sich an seinem oberen Theile an das Lager der Kettentrommel an und bildet dort eine Curve, durch welche den Bechern eine derartige Neigung gegeben wird, dass sich die Knaggen derselben beim Verlassen der Kettentrommel ohne Stoss auf die Kettenglieder aufsetzen. Die Becher werden, sobald sie in dieser Stellung angekommen sind, bis zur Entladungstrommel geführt, wo sie ihren Inhalt in den Trichter entleeren.

Nach in unseren (angegebenen) Quellen zu Fleurus bei Charleroi (Belgien) mit diesen Gelenk-Bechern angestellten Versuchen, leisten dieselben so viel [1]), dass die ganze Anordnung jedenfalls die Aufmerksamkeit der Betheiligten verdient, obwohl sich auch gerechte Bedenken hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit (auf die Dauer etc.) nicht unterdrücken lassen.

Wie in der ersten Auflage unseres Buches [2]) würde auch hier die Stelle sein, über Leistungen, Kosten etc. verschiedener Nass- und Trocken-

1) Jeder Becher hatte 63 Liter Inhalt. Die Kettengeschwindigkeit betrug pro Secunde 0,30 m, so dass das (theoretische) stündliche Förderquantum 3600 . 63 . 0,3 = 68 Cubikmeter (rund gerechnet) betragen würde. Die Versuche sollen 60 bis 65 Cubikmeter (bei gehäuft gefüllten Bechern) geliefert haben.

2) Gentilli im XIII. Jahrgange (1871), S. 182 der Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereins. „Erzeugungskosten eines Cubikmeters gebaggerten Materials bei verschiedenen Baggersystemen.“

Bagger ausführlich zu berichten. Bei der Unbestimmtheit mancher Angaben und bei den Widersprüchen vieler der Letzteren schien es uns angemessener, auf (die vertrauenswerthen Angaben des Herrn Baurath Heye, S. 286), und auf die unten notirten Quellen zu verweisen[1]).

Zweites Capitel.

Maschinen zum Fördern (Schöpfen und Heben) des Wassers.

Geschichtliche Einleitung[2]).

§. 15.

Die Verwendung von Maschinen zum Fördern (Schöpfen und Heben) von Wasser für die verschiedenen Bedürfnisse des mensch-

1) Henning „Ein Beitrag zur maschinellen Baggerförderung". Glaser's Annalen. Bd. VI. (1880), S. 58 etc.

Bücking in Franzius „Handbuche der Ingenieurwissenschaften". Bd. IV. Erste Abth., IV. Capitel, S. 350, §. 21. (Leistung und Kohlenverbrauch.)

Franzius. Zweite Auflage des soeben angegebenen Werkes. 3. Band, 3. Abth. (Leipzig 1884), S. 326 bis mit S. 329.

2) Literatur: Geschichtliche Werke, worin die Wasserfördermaschinen von den ältesten Zeiten an bis zur Gegenwart in einem gewissen Zusammenhange besprochen werden, hat der Verfasser nicht auffinden können. Einiges über die betreffenden Maschinen der ältesten Culturvölker findet sich in den bereits wiederholt citirten Schriften und Werken von Wilkinson und Layard, ferner bei Vitruv im X. Bande seiner Baukunst, bei Beckmann in dessen Beiträgen zur Geschichte der Erfindungen, sowie endlich in Ewbank's (1856 in New-York erschienenen) Buche: „A Description and Historical Account of Hydraulic and other Machines for Raising Water". Angaben viel späterer Zeit, insbesondere nach älteren Reisebeschreibungen (Aegypten, Indien, China etc. betreffend), enthält der Artikel „Bewässerung" in der Encyklopädie von Ersch & Gruber. Ferner ist zu erwähnen: Salomon de Caus' 1615 in Heidelberg erschienenes Werk: „Beschreibungen etlicher, sowohl nützlicher als lustiger Maschinen" und Georgi Agricolae „De Re metallica". Lib. XII. Basilae 1691. Endlich wäre noch zu erinnern an Leupolds „Theatrum Machinarum", und an Belidor's „Architectura Hydraulica", sowie an die neuere (1819) von Navier besorgte Ausgabe vom ersten Theile des letzteren Werkes, unter dem Titel: „Architecture Hydraulique" ou l'Art de conduire, d'élever, et de ménager les eaux pour les différentes besoins de la vie." Insbesondere Liv. II. Chap. IV.: „Des Machines pour les épuisements."

lichen, häuslichen und öffentlichen Lebens, zu Gewerbbetrieben, für Bau- und Luxuszwecke und in der Landwirthschaft hat in den ältesten Zeiten, vorzugsweise zuerst in den letztgenannten Kreisen und zwar im grössten Maassstabe überall da stattgefunden, wo einsichtsvolle Männer bemüht waren, das Pflanzenwachsthum auf Ländereien aller Art (Felder, Wiesen, Gärten etc.), sobald es klimatische Zustände gestatteten, durch Bewässerung etc. entweder hervorzurufen oder zu vermehren.

Lehrt doch die Erfahrung, dass in sehr vielen Fällen Cultur und Wohlhabenheit der Völker mit dem Bemühen um Schaffen und Erhalten der Bodenerzeugungskraft fast Schritt gehalten und die Vernachlässigung dieser volks- und staatswirthschaftlichen Aufgabe sich hart bestraft hat. Aegypten, Assyrien, Persien etc. verloren mehr oder weniger an Bedeutung, als ihre Bewohner die Bewässerung des Landes (durch künstliche Wasserwerke und durch Maschinen) vernachlässigten, während andere, wie die Chinesen, Indier, die Araber in Spanien, später die Italiener, in neuerer Zeit die Franzosen u. a. m. ihre Bemühungen, das erfrischende und ernährende Wasser auf dem Erdboden zu verbreiten, durch Herbeiführung segenbringender Zustände gekrönt sahen [1]).

1) Herodot im zweiten Buche Nr. 13 berichtet ein Urtheil der alten Aegypter über den Segen der Nilüberschwemmungen und sonstigen Bewässerungen in Bezug auf Griechenland, welches kein Fluss bewässert, das also lautet: „Die Hellenen könnten sich einmal in ihrer schönsten Hoffnung betrügen und schmählichen Hunger leiden. Das will sagen, wenn Gott ihnen einmal keinen Regen sendet, sondern Dürre eintritt, so werden die Hellenen durch eine Hungersnoth umkommen, denn sie können nirgend anderswoher Wasser bekommen, denn vom Zeus allein."

Ebenso erzählt Herodot (nach eigener Anschauung) vom Segen der Bewässerung in Assyrien, Buch I. Nr. 193, Nachstehendes:

„Regnen thut es wenig in der Assyrer Land und was die Wurzel des Getreides ernährt, ist dieses: Nämlich von dem Flusse bewässert, gedeihet die Saat und wächst das Korn, nicht dass der Fluss, wie in Aegypten, selbst übertrete auf die Aecker, sondern durch der Hände Arbeit und Pumpen (?) wird bewässert. Denn das ganze Land, gleich wie Aegypten, ist von Gräben durchschnitten und der grösste derselben ist schiffbar und liegt gen Mitternacht zu und geht vom Euphrat bis an einen andern Fluss, den Tigris, daran die Stadt Ninos (Ninive) gelegen. Und das Land ist, unseres Wissens, von allen Ländern bei weitem am besten geeignet zum Getreidebaue, indem es immer an zweihundertfältige Frucht trägt und in recht guten Jahren wohl an dreihundertfältige Frucht. Die Weizen- und Gerstenblätter werden allda leicht vier Finger breit und zu welcher Grösse

Die Wasserfördermaschine der ältesten Culturvölker, der Aegypter am Nil und wahrscheinlich auch der Babylonier am Euphrat, sowie der Assyrer am Tigris, scheint ausschliesslich der bereits S. 10 besprochene (und daselbst in Fig. 5 unten, links mit abgebildetem) Schwingbaum (doppelarmiger Hebel mit Wassereimer an einem und Gegengewicht am anderen Ende), die sogenannte Wippmaschine („Schaduf", Kadouf, Chadouf) gewesen zu sein, wovon wir hier noch eine grössere Abbildung in Fig. 250 liefern, welche wir Wil-

Fig. 250.

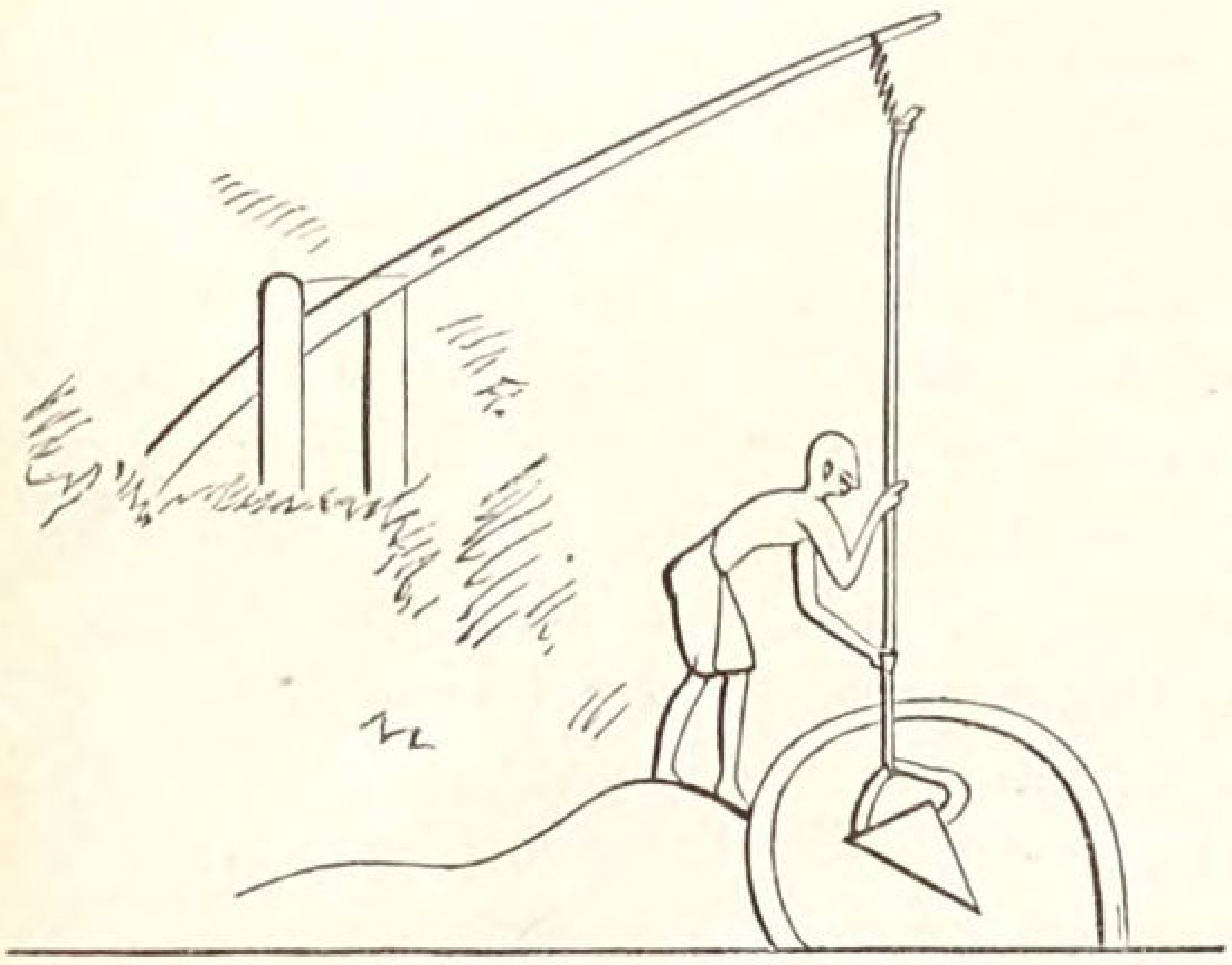


Fig. 251.



kinson[1]) entlehnten und Ueberresten von Grabdenkmälern des ehemaligen Theben entnommen sein soll, im Allgemeinen aber auch mit denen übereinstimmt, welche Layard an Basreliefs am Tigris bei Mosul (Kundjundschick gegenüber) vorfand und wovon wir bereits in Fig. 5 Abbildungen lieferten[2]). In Beziehung auf die sich bei Herodot (nach Note 1 auf voriger Seite) findende Angabe, dass die Assyrer auch Pumpen als Maschinen zum Bewässern ihrer Ländereien benutzt hätten, ist zu bemerken, dass sich an keinen der aufgefundenen assyrischen Ueberresten (Baudenkmälern, Wandgemälden oder Zeichnungen) eine Pumpe in unserem heutigen Sinne vorgefunden hat. Höchstens wird man annehmen dürfen, dass die betreffende Wasserhebemaschine ein von fliessendem Wasser getriebenes Rad mit festen oder beweglichen Gefässen am Umfange (letztere Gattung gewöhnlich „Persisches Rad" genannt) gewesen sei und dass diese Maschinengattung vielleicht aus Indien oder China (?) nach Westen gelangt sein könnte[3]).

die Hirsen und Sesamstaude wächst, ist mir zwar ebenfalls bekannt, ich will es aber lieber gar nicht sagen; denn ich weiss recht gut, wer nicht in Babylonien gewesen ist, glaubet schon das nicht, was ich von den Früchten gesaget."

1) „Manners and Customs of the Ancient Egyptians." London 1837, Vol. II., pag. 4.

2) Ewbank (a. a. O., pag. 94) nennt die Wippmaschine „Swape" (dem deutschen Worte Schwappe, eigenthümlicher Schlag etc., entsprechend).

3) Wilkinson (a. a. O.) schreibt über den betreffenden Gegenstand Fol-

Dem bereits Bd. 2, S. 8 benutzten Staunton'schen Reisewerke über China (London 1797) ist noch die hier gegenüberstehende Abbildung entlehnt [1]), welche ausser dem „Schaduf" noch ein Werkzeug zum Wasserheben zeigt, was man Schleuderkorb nennen könnte und dessen Anordnung und Gebrauch ohne Weiteres aus der Fig. 251 erhellt. Bemerkt werde nur noch, dass dieser Korb je nach dem hierzu vorhandenen Materiale aus Bambusrohrgeflecht, Palmblättern etc. besteht und mit einer inneren Schaalung aus Kuhmist und Thonerde, Leder u. dgl. versehen ist, um seine Wandungen möglichst dicht zu machen. Nach Niebuhr wird ein solcher Korb in Aegypten „Kuffa" genannt [2]).

Eine eigenthümliche Anordnung von Wippmaschinen der Indier zum Bewässern der Reisfelder beschreibt Sonnerat [3]), darin bestehend, den kürzeren Arm des Schwingbaumes statt mit Gewichtsstücken (Gegengewichten) auszustatten, mit Stufen zu versehen, auf welchen Männer auf- und absteigen können, die ebenfalls durch ihr Gewicht wirken, beim Verändern ihres Standpunktes aber sich an ein daneben angebrachtes Gitter aus Bambusrohr festhalten. Nach Sonnerat nennen die Indier diese Maschine „Pikote" [4]).

Statt der dem Sonnerat'schen Werke beigefügten, weniger guten Abbildung einer solchen „Pikote" entlehnten wir die hier folgende Fig. 252 einer interessanten beachtungswerthen Schrift des Professors Reuleaux,

gendes: „In Egypt, the garden and the fields, were both watered by the Shadoof, or by buckets, carried on a yoke across the shoulders; but there is no appearance of their having used any hydraulic machine similar to the „Persian Wheel", now so common in East; nor do the sculptures represent the foot machine (Schaufelwerk der Indier und Chinesen; worauf wir nachher zurückkommen) mentioned by Philo, which is supposed to be referred to in sacred writings. It is however, not a little remarkable that an Arab tradition still records the use of the shadoof in the time of the Pharaohs and I have found a part of one in an ancient tomb at Thebes, consisting of an angular piece of wood, on which the pole turned, and the rope that secured it to the cross bar."

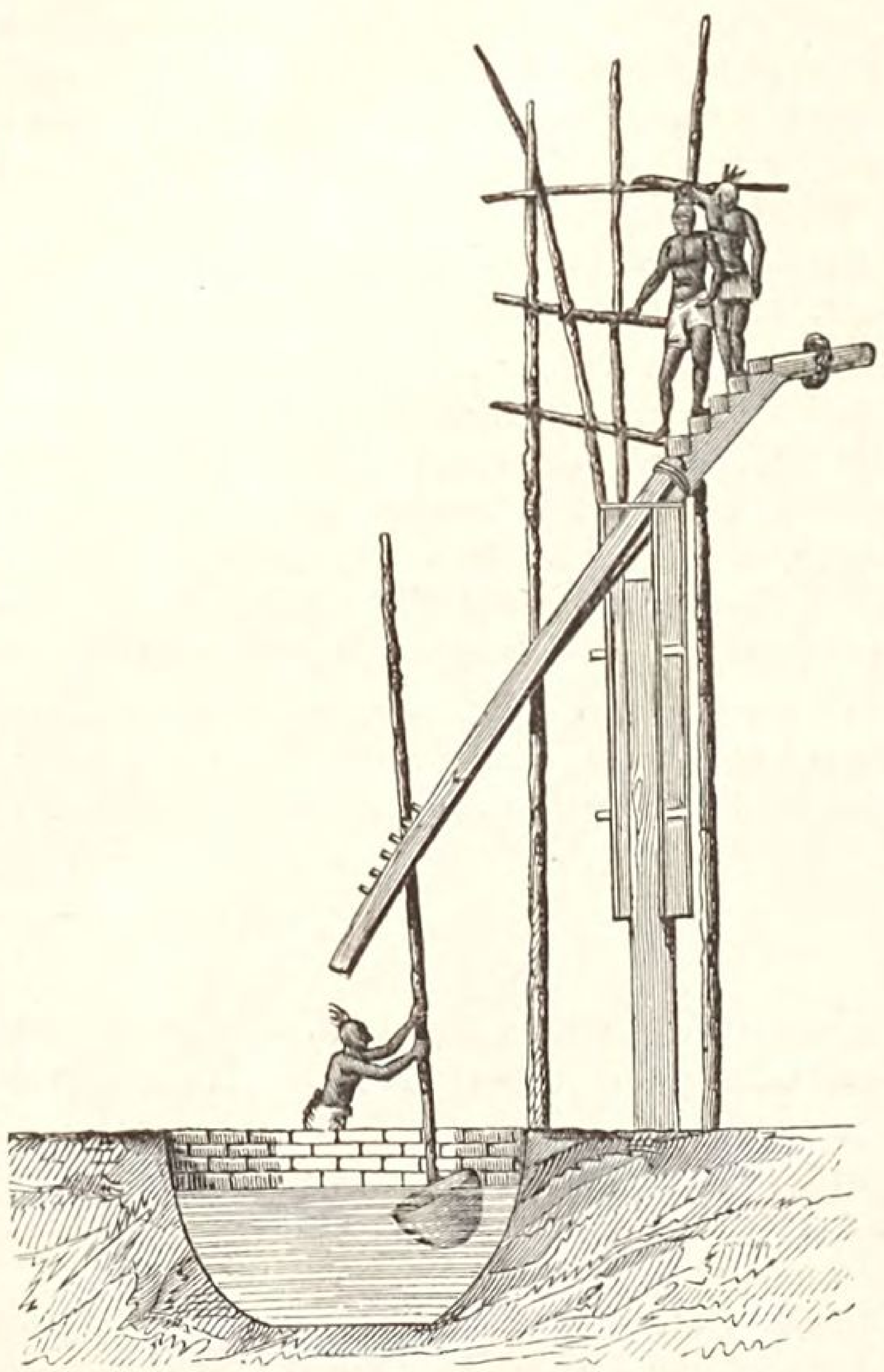
1) Abbildungen und Beschreibung dieses Wasserwurf-Korbes finden sich auch in Niebuhr's Reisebeschreibung von Arabien und umliegenden Ländern. Kopenhagen 1774. Erster Band, S. 150. Ferner berichtet hierüber Sonnerat in seiner Reise nach China. Zürich 1783. Erster Band, S. 92. In dem grossen (Napoleon'schen) Werke: „Description de l'Égypte", Vol. XII. bespricht S. 418 Cécile diesen Wasserwurfkorb unter Beifügung einer hübschen Abbildung auf Tafel VI. im Atlas: „État moderne". II. (Arts et Métiers.) Allom in dem noch 1843 in London erschienenen Werke: „China". T. III. Pag. 30, Abschnitt: „Transplanting Rice."

2) Reisebeschreibung nach Arabien und anderen umliegenden Ländern. Erster Band, S. 150. Kopenhagen 1774.

3) A. a. O. Erster Band, S. 91, Tafel 23.

4) Ewbank (a. a. O., pag. 97) führt diese Maschine unter dem Namen „Picotah of Hindostan" auf.

Fig. 252.



unter dem Titel: „Ueber das Wasser in seiner Bedeutung für die Völkerwohlfahrt“ [1]).

Reuleaux hebt hervor, dass das Auf- und Niederschwingen des Baumes (Hebels), an welchem die Stange mit dem Kübel (Eimer) aufgehangen ist, zuweilen nur von einem Manne verrichtet, manchmal aber auch mit fünf bis sechs Männern besetzt wird. Ausserdem wird bemerkt, dass dergleichen Wippen (gegenwärtig noch) auch in Spanien, sowie in Nordafrika vielfach vorkommen und dort „Kappleva“ genannt werden [2]).

Noch während der Occupation Aegyptens durch die Franzosen unter Bonaparte (1798 und 1799) fanden sich daselbst sogenannte Wasserförderungsstationen vor (in der „Description d'Égypte“ etc. Ateliers d'Irrigation genannt und durch eine Abbildung erläutert, wo-

1) Ein akademischer Vortrag, der gedruckt im Verlage der Nicolai'schen Verlagsbuchhandlung in Berlin 1871 erschienen ist. Prof. Reuleaux hat dabei als Motto den Pindar'schen Satz gewählt: „Das herrlichste ist das Wasser.“

2) Wir benutzen die Gelegenheit, der erwähnten Reuleaux'schen Schrift noch die Abbildung einer eigenthümlichen Maschine (Fig. 253) zu entlehnen, mit der, durch Zugthiere bewegt, der indische Bauer (noch jetzt) das Wasser auf hochgelegene Felder (meist Reisfelder) hebt.

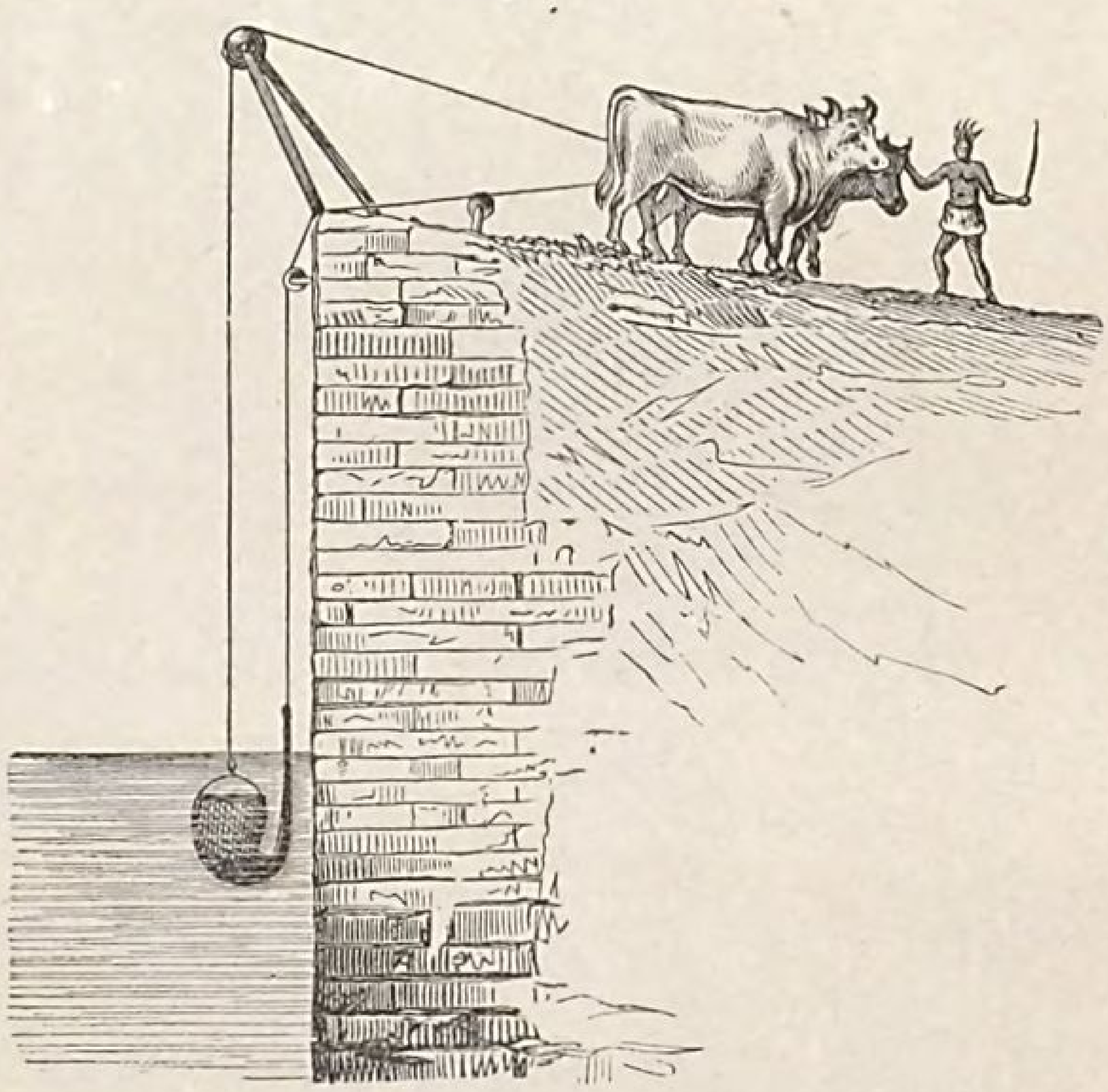
Man erkennt hierbei leicht, dass vermöge der ganzen Anordnung die Thiere mittelst eines geschickt angebrachten Taues einen grossen (trichterförmig gestalteten) Lederschlauch mit Wasser gefüllt in die Höhe ziehen. An der Mauerkrone angelangt, nimmt der Schlauch eine solche Lage an, dass der weitere Theil seines fast kegelförmigen Körpers höher liegt, als der engere am Ende zugespitzte Theil,

nach Fig. 254 copirt wurde), woselbst mittelst Schadufs, staffelförmig aufgestellt, das Nilwasser je nach dem Sinken des Flusses nach und nach auf diejenigen Höhen gehoben wurde, von welchen aus die Bewässerung des Landes durch geeignete Gräben, Ueberfälle etc. beschafft werden konnte.

Man erkennt, dass das Werk aus vier Etagen besteht, und dass auf der Plattform einer jeden Etage soviel Gerinne vorhanden sind, als Männer arbeiten. Zu den ersten Etagen gehören je vier Arbeiter, zu den beiden letzten nur je zwei. Die betreffenden Wippbäume finden ihre Drehaxen in Gehängen, welche an Holmen befestigt sind, die auf Erdpfeilern ruhen (unten je drei, oben nur zwei für jede Etage). Die an den kurzen Armen der Wippen aufgesteckten Gegengewichte sind Scheiben aus an der Sonne getrocknetem Thon. Die Mannschaften der beiden ersten Etagen fördern das Wasser auf je zwei Meter Höhe, die der beiden oberen Etagen auf je einen Meter Höhe, so dass die Totalförderhöhe des ganzen Wasserwerkes sechs Meter beträgt.

Wir wenden uns nun speciell zu dem bereits S. 310, Note 3 erwähnten geneigten Schaufelwerke, geneigten Paternosterwerke, wohl auch Kettenpumpe genannt, die in allen älteren und neueren Reisebeschreibungen über China [1]) als

Fig. 253.



an welcher letzteren Stelle auch der Ausfluss erfolgt, sobald der Schlauch eine gestreckte, fast horizontale Lage annimmt. Nach gehörigem Leeren des Schlauches werden die Thiere wieder rückwärts getrieben, bis der Schlauch abermals in's Wasser taucht und die Theile der ganzen Anordnung wieder in die durch Figur 253 dargestellte Lage gekommen sind.

1) Johann Baptista du Halde, Ausführliche Beschreibung des chinesischen Reichs etc. Zweiter Theil, S. 80. Rostock 1748. Hier wird die Maschine „Paternosterwerk" genannt.

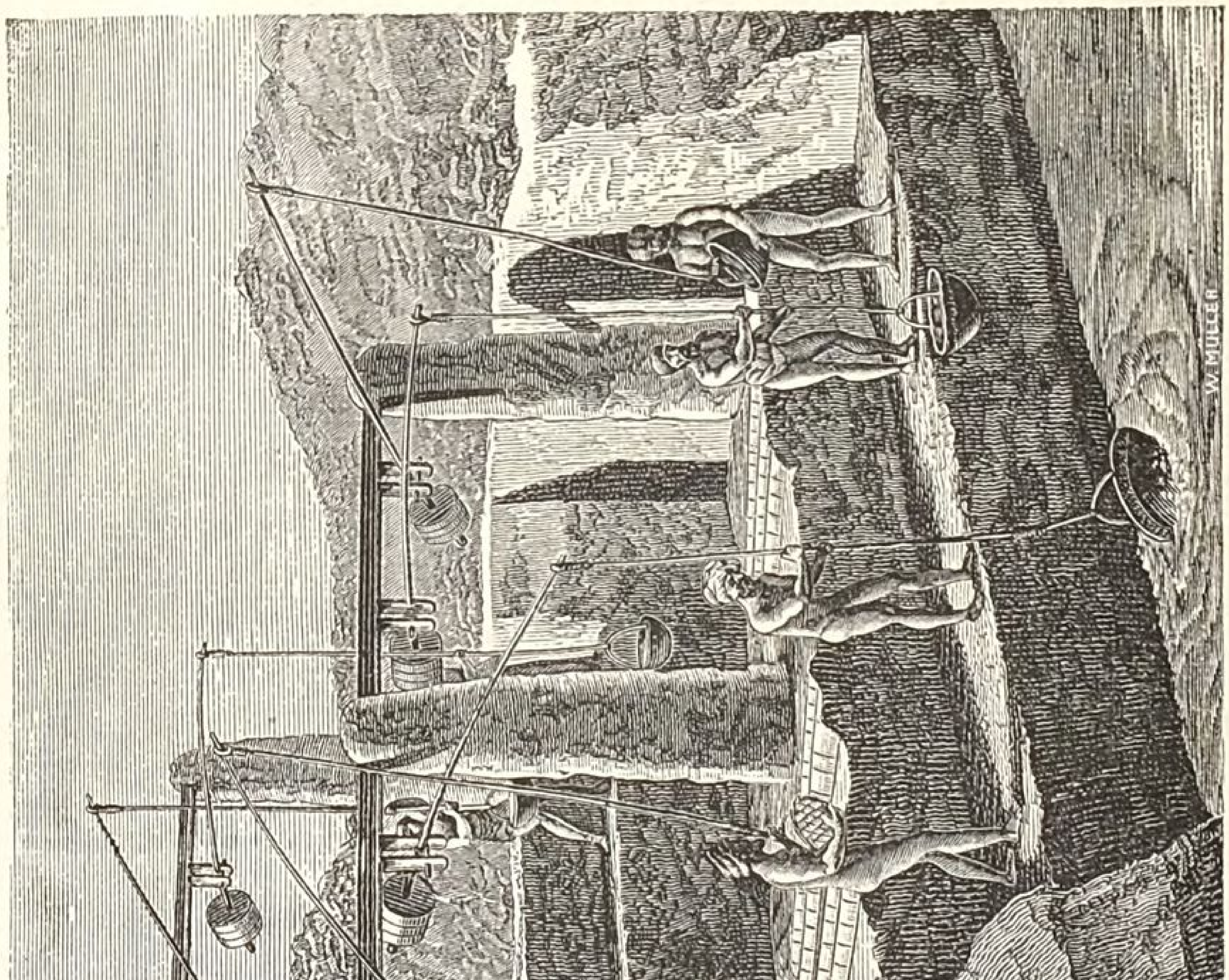
Sonnerat a. a. O. Tome III. pag. 314, Plate Nr. 25, mit der Ueberschrift: „Chinese Chain-Pump." London 1797.

Allom, China, Tome III, pag. 30. London 1843. Chain-Pumps im Capitel: „Transplanting Rice."

Heine, Deutsche Originalausgabe der Resultate einer Expedition in die Seen von China, Japan und Ochotsk unter Commodere Ringgold und Commodere

die dort verbreitetste Maschine zum Wasserheben für Bewässerungszwecke bezeichnet wird, sobald es sich um nicht zu grosse Förderhöhen handelt.

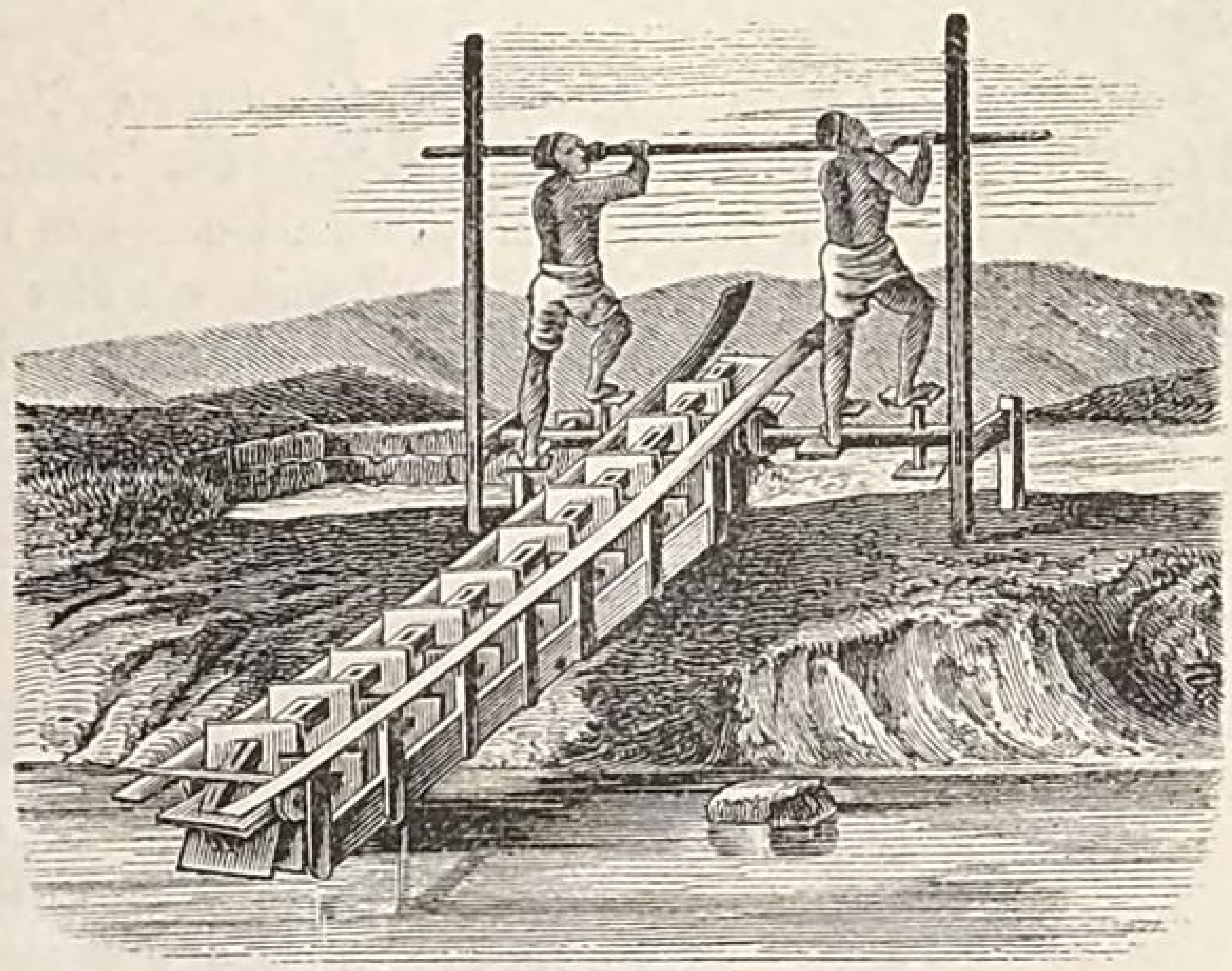
Fig. 254.



Rodgers, im Auftrage der Regierung der Vereinigten Staaten unternommen in den Jahren 1853 bis 1856. Erster Band, S. 211. Leipzig 1858.

Die nachstehende Fig. 255 zeigt dieses chinesische Schaufel- oder Paternosterwerk, wozu bemerkt werden muss, dass hier Vergangenheit und Gegenwart zugleich dargestellt ist, da sich die ältesten dem Verfasser zu Gebote gestandenen Abbildungen von den neueren durch Nichts als durch schlechte

Fig. 255.



Zeichnungen und unvollkommene Ausführungen unterscheiden. Hiernach schien es auch angemessen, das Original zu Fig. 255 dem von Heine bearbeiteten (auf Seite 313 Note citirten) Werke: „Nordamerikanische Expedition" von 1853—1856 zu entnehmen[1]). Diese Maschine hat natürlich die grösste Aehnlichkeit mit der Seite 259 besprochenen „Amsterdamer Modder-Mühle" oder richtiger, letztere wurde dem chinesischen Schaufelwerke nachconstruirt[2]), wozu es den Holländern (lange Zeit in China allein zulässig) an Gelegenheit nicht fehlte.

Unsere jüngste Quelle (Heine etc.) wie allerälteste (du Halde) heben beide hervor, dass der Betrieb derartiger Wasserfördermaschinen entweder

1) Ausser der bereits S. 310 (Anmerkung 3) mitgetheilten Notiz Wilkinson's, dahingehend, dass die Aegypter wahrscheinlich auch das chinesische geneigte Schaufelwerk gekannt hätten, welchen Ausspruch derselbe Autor auch in seinem 1854 in London erschienenen kleineren Werke: „A popular Account of the ancient Egyptians", Vol. I. pag. 34, wiederholt, hat der Verfasser nirgends Etwas auffinden können, was die Anwendung dieser Wasserfördermaschine bei den Aegyptern bestätigt. Selbst für die neuere Zeit fehlen solche Angaben, indem von einer derartigen Maschine (geneigtes Paternosterwerk) weder im grossen Napoleon'schen Werke, noch bei Niebuhr die Rede ist, letzterer vielmehr nur verticale Paternosterwerke als ägyptische Wasserfördermaschinen bezeichnet.

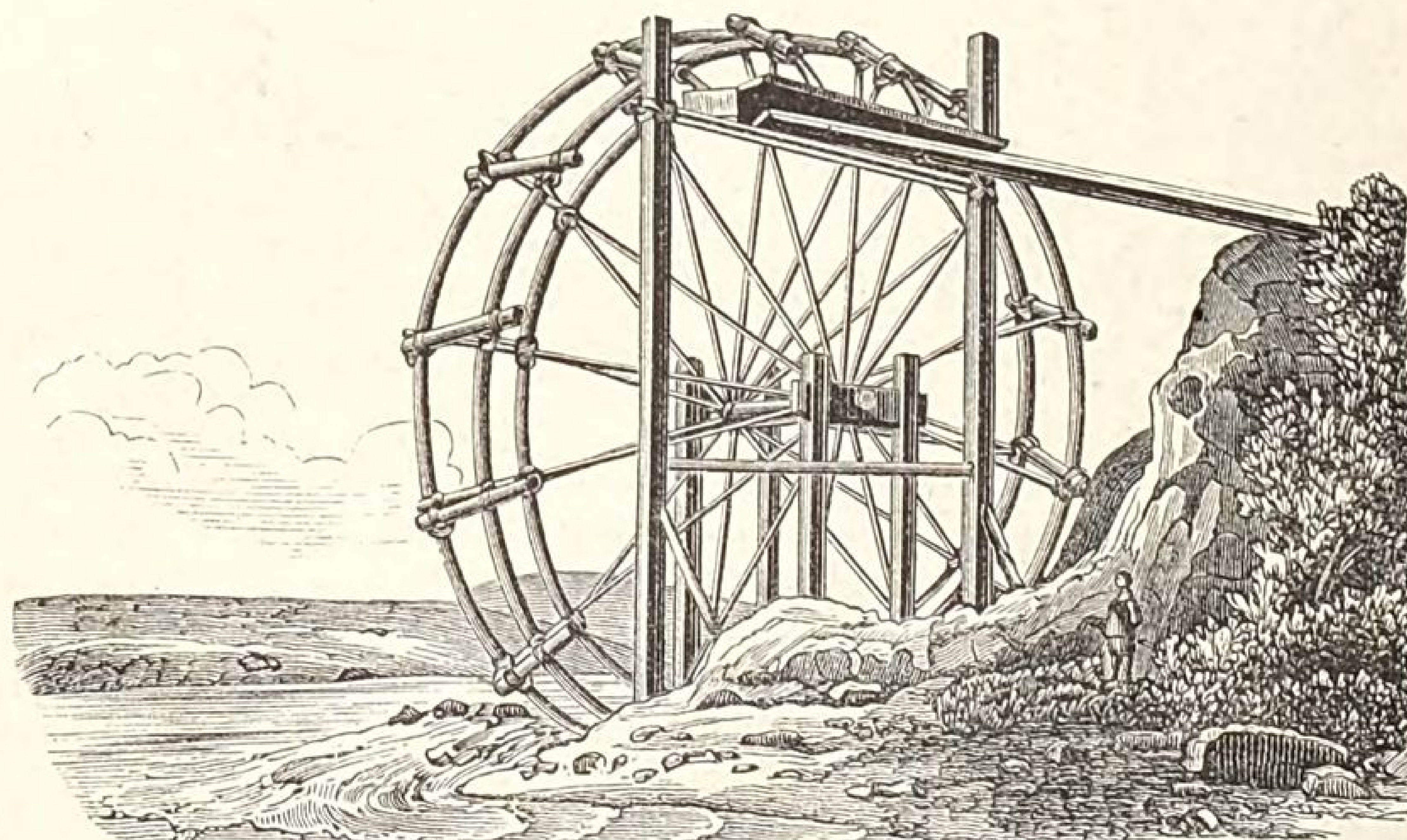
2) Nach dem vortrefflichen Werke „Die Preussische Expedition nach Ost-Asien", Bd. 3, S. 22, gründeten die Holländer bereits im Jahre 1624 die erste Niederlassung auf der Südwestküste von Formosa. In diesem Werke ist über Bewässerungsmaschinen nicht einmal eine Notiz zu finden!

durch Menschen, an einer Kurbel arbeitend oder mit den Füssen thätig (als Trittwerk, ähnlich Bd. I, S. 258 erste Auflage und S. 313 zweite Auflage), also wie in unserer Abbildung, erfolgt, oder durch geeignete Thiere, meist Büffel, an Göpeln wirkend[1]).

In unserer Quelle wird (a. a. O. S. 212) hervorgehoben, dass diese Maschine in China wahrscheinlich ebenso alt sei, als der Ackerbau selbst"[2]).

Zum Wasserfördern auf bedeutendere Höhen benutzt man in China grosse, vom fliessenden Wasser getriebene (unterschlägige), aus Bambusröhren zusammengebaute Räder, an deren Umfange entsprechend geneigte kurze Cylinder oder Büchsen (ebenfalls Bambusröhren) angebracht sind, wie dies nachstehende, dem Davis'schen Buche über China[2]), entlehnte Fig. 256 erkennen lässt.

Fig. 256.



Staunton[3]) scheint der erste gewesen zu sein, welcher diese Räder beschrieben (leider keine Abbildung beigegeben) hat. Derselbe macht besonders darauf aufmerksam, dass ein solches Rad aus zwei Kränzen von ungleichem Durchmesser bestehe, und zwar sei der kleinere Kranz der Ausgussseite den Wasserröhren zugekehrt. Beispielsweise habe bei einem 20 Fuss (engl.) hohen Rade der innere Durchmesser nur 18 Fuss 9 Zoll, sei also um 15 Zoll kleiner. Da ferner Staunton den Neigungswinkel der Röhren gegen den Horizont zu 25 Grad angiebt, so berechnet sich die Länge dieser Röhren zu fast $17^3/_4$ Zoll. Dass die Röhren nach der Seite zum grösseren Radkranze hin geschlossen und nur auf der entgegengesetzten Seite offen sind, versteht sich wohl von selbst.

1) Abbildung eines chinesischen geneigten Schaufelwerks als Bewässerungsmaschine, welche von einem Büffel getrieben wird, der (unter Einschaltung geeigneter Wellen, Räder etc.) am Göpel arbeitet, liefert unsere Quelle (Heine a. a. O. Bd. 1) ebenfalls.

2) „The Chinese", Tom. II, pag. 303.

3) A. a. O. Tome III, pag. 335 etc.

Staunton hebt noch ausdrücklich hervor, dass an den von ihm gesehenen derartigen Schöpfrädern weder Nägel noch Schrauben noch irgend ein Verband aus Metall zu finden gewesen wäre, dass vielmehr alle Kränze, Verstärkungsringe, Arme und sonstigen Verbände aus Bambusrohr oder Bambusbast bestanden hätten und auch Holz nur zu Welle, Nabe des Rades und Ständerwerk (Gerüst) verwandt worden wäre[1]). Schliesslich berechnet derselbe, dass mittelst eines solchen Schöpfrades pro Tag recht gut 300 Tonnen Wasser gefördert werden könnten[2]).

Einer der bereits vorher citirten neueren Schriftsteller[3]), welcher über chinesische Baukunst, Landwirthschaft, sociale Verhältnisse etc. ausführlich berichtet, behauptet geradezu, dass alle sogenannten Wasser-Schöpfräder von den Chinesen erfunden worden wären.

1) Merkwürdiger Weise erzählt Staunton (a. a. O. pag. 338) im Jahre 1797, ebenso wie (einige 50 Jahre später) Weisbach im 3. Bande, zweite Abtheilung, seiner Ingenieur-Mechanik S. 792 (erste Auflage), dass derartige (chinesische) Schöpfräder auch im südlichen Frankreich und in Tyrol mehrfach im Gebrauche wären. Weisbach fügt noch hinzu, dass sie in Tyrol (überdies) auf einem Schemel mit Gegengewicht ruhen, wodurch sie, dem jedesmaligen Wasserstande entsprechend, höher oder tiefer gestellt werden können.

Dem Verfasser sind von einem solchen in Europa angewandten chinesischen Schöpfrade vor einigen Jahren durch Freundeshand die beiden Fig. 257 und 258 (Vorderansicht und Profil) zugegangen, die wohl nach den bereits gemachten Erörterungen ohne Weiteres zu verstehen sein dürften.

Fig. 257.

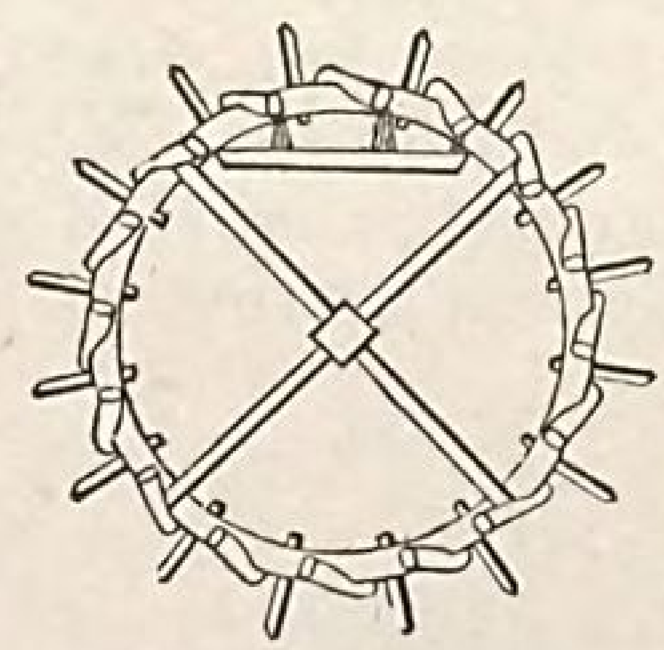
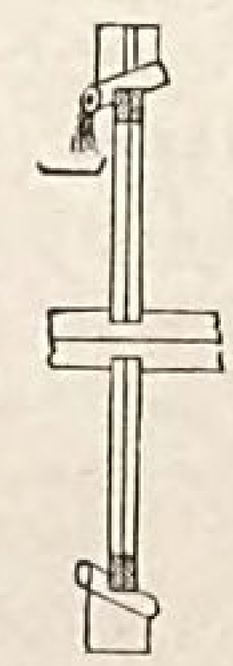


Fig. 258.



2) Staunton erwähnt zuerst (a. a. O. S. 337), dass diese Schöpfräder 20 bis 40 Fuss Durchmesser hätten, je nach den Höhen, auf welche das Wasser gehoben wird. Ein solches Rad trage durchschnittlich 20 Röhren von je 4 Fuss Länge und 2 Zoll lichtem Durchmesser. Der Wasserinhalt einer jeden Röhre betrage 0,60 Gallons, so dass die ganze Radperipherie 12 Gallons fasse. Unter der Voraussetzung, dass das fliessende Wasser, in welches das Rad taucht, letzterem 4 Umläufe pro Minute ertheilte, betrüge die während dieser Zeit geförderte Wassermasse 48 Gallons, pro Stunde also $60 \cdot 48 = 2880$ Gallons oder pro Tag (24 Stunden) 69120 Gallons oder 313,8 Cubikmeter (1 Gallon = 4,54 Liter = 0,00454 Cubikmeter), was 308,8 englische Tonnen giebt, jede der letzteren = 1016 Kilogramm gerechnet.

3) Allom & Wright (a. a. O. Vol. III. pag. 31) bemerken hierüber wörtlich Folgendes: „The tamboo water wheel, with hollow fellies, or with buckets, and employed when the quantity of water required, and the height to which it is to be raised, are both considerable, is of ancient existence amongst the Chinese; from them the Egyptians, Syrians and Persians adopted this useful invention, and European machinists have ignorantly ascribed the honour of the discovery to the very nation that became last acquainted with its value, obstinately designating it the Persian wheel.“

Man sehe auch hierüber Haindl's „Maschinen zur Wasserförderung.“ München 1849, Blatt 15.

Nachdem wir im Vorhergehenden wenigstens die Hauptquellen von Nachrichten über die ältesten Wasserfördermaschinen (aus monumentalen Ueberresten der Aegypter und Assyrer, aus Herodot's Geschichtswerke und aus den Aufzeichnungen von Reisenden in China und Indien) erschöpft haben, wenden wir uns dem alten uns bereits mehrfach nützlich gewordenen Schriftsteller Vitruv zu, der im zehnten Buche seiner „Baukunst“ verschiedenartige Wasserfördermaschinen beschreibt und von dem wir (für jetzt) die herausheben wollen, welche sich dem Vorstehenden unmittelbar anschliessen oder als Variationen derselben bezeichnet werden können.

In letzterer Beziehung beginnen wir mit dem Besprechen derjenigen Gattung von Vitruv'schen Wasserfördermaschinen, welche dieser Schriftsteller als diejenigen bezeichnet, welche vorzugsweise da angelegt werden, wo die lebendige Kraft strömenden Wassers unmittelbar zu Gebote steht und wovon bereits Bd. 2, S. 16, Fig 8 auf ein Exemplar hingewiesen wurde, dessen zugehöriges unterschlägiges Wasserrad zugleich eine Getreidemahlmühle in Thätigkeit setzte. In der bereits mehrfach erwähnten Perrault'schen Ausgabe des Vitruv (bekanntlich die besten Abbildungen enthaltend) wird das im X. Capitel beschriebene Schöpfrad so dargestellt, wie dies die Fig. 259 erkennen lässt. In der von Vitruv selbst gelieferten Beschreibung wird Folgendes ge-

Fig. 259.

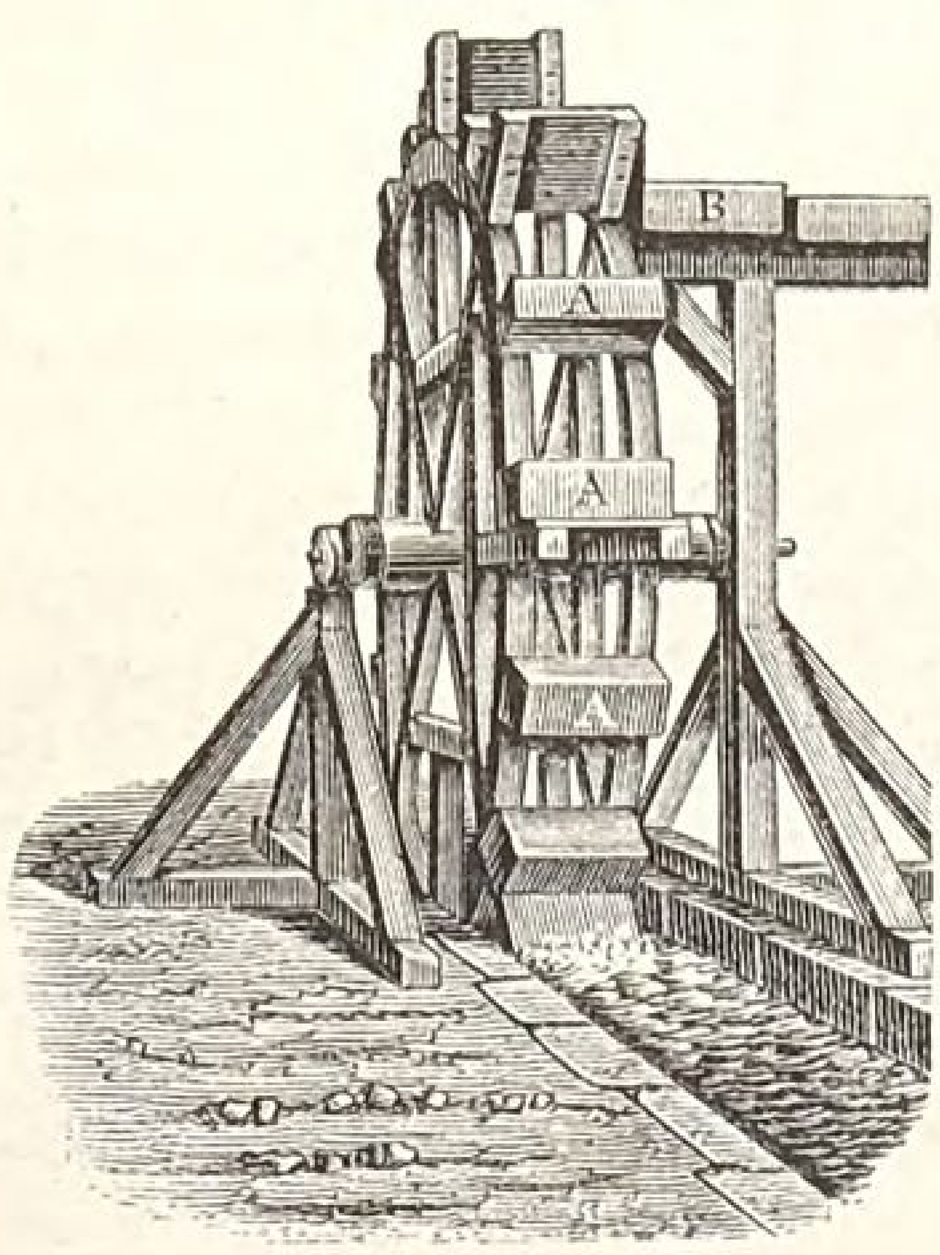
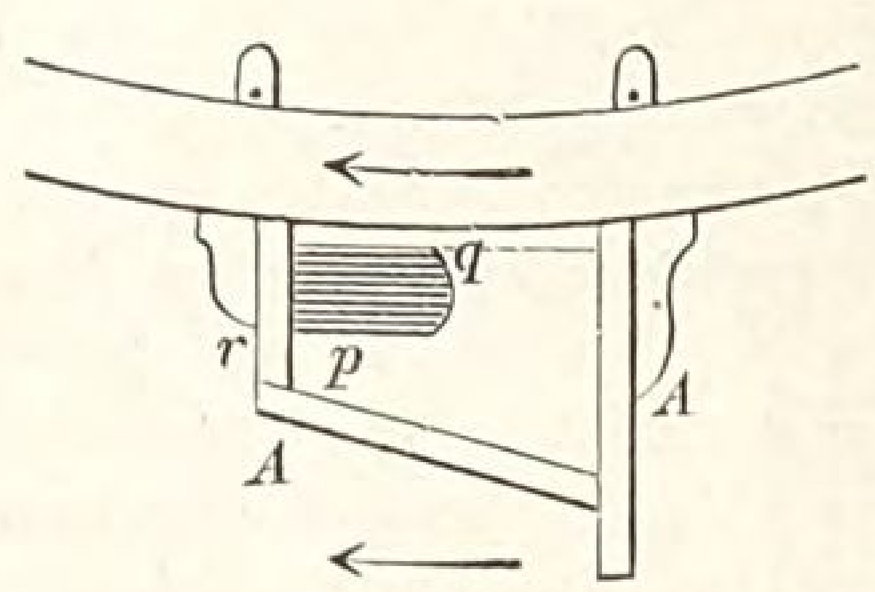


Fig. 260.



sagt: „Die Kästen (*AA* am Umfange des Wasserrades) schöpfen zugleich Wasser ein und bringen es in die Höhe. Ohne von Menschen getreten zu werden, blos vom Flusse umgetrieben, leisten also solche Räder die nöthigen Dienste.

Hierzu dürfte noch zu bemerken sein, dass diese Kästen in den meisten Fällen wahrscheinlich so angeordnet waren, wie die Detailfigur 260 erkennen lässt. Die Wände des hohlen parallelepipedischen Raumes sind nämlich überall geschlossen, mit Ausnahme von Oeffnungen *pq* in den Seitenwänden und Oeffnungen *r* in der Hinterwand, deren Ort und Lage der Bedingung entspricht, in der tiefsten Stellung Wasser eintreten zu lassen und in der höchsten dasselbe in ein Gefäss *B* auszugiessen, woraus es

mittelst Gerinnen nach der Stelle fliesst, woselbst es zu Bewässerungen oder anderen Zwecken benutzt werden soll[1]),

Fig. 268 lässt die von Vitruv mit dem Namen „Tympanum" (Trommelrad)[2]) bezeichnete und von ihm beschriebene Wasserfördermaschine erkennen, zu deren besserem Verständniss wir noch die Fig. 269 fügen, welche den Ver-

1) Noch andere (später gemachte) Anordnungen derartiger Schöpfräder, im Wesentlichen von den Vitruv'schen Rädern wenig abweichend, lassen die Figuren 261 bis 266 erkennen. Die beiden ersten Figuren sind Belidor's

Fig. 261.

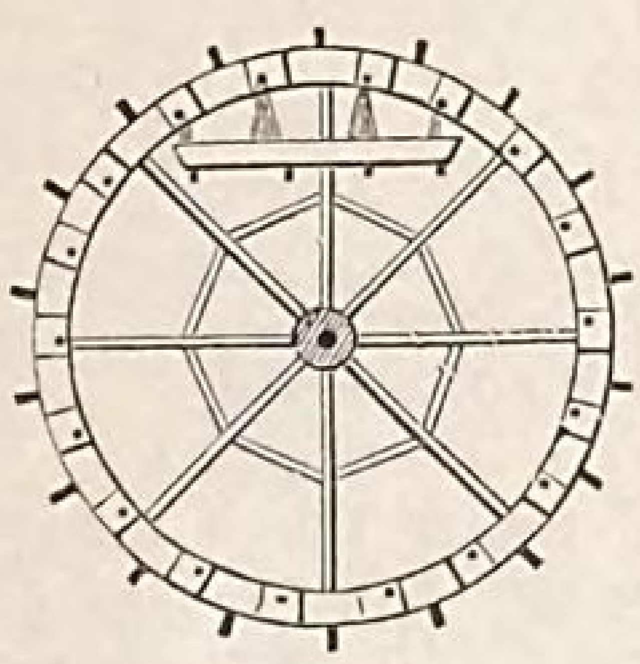


Fig. 262.

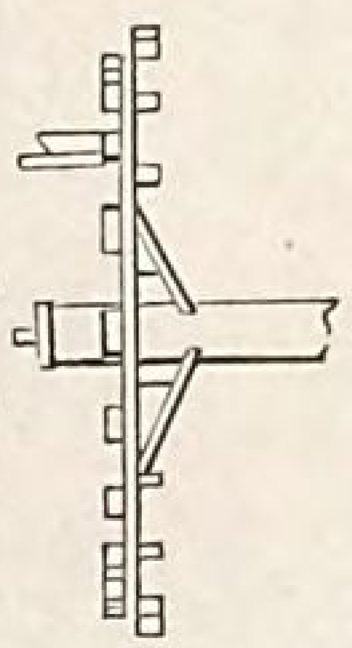


Fig. 263.

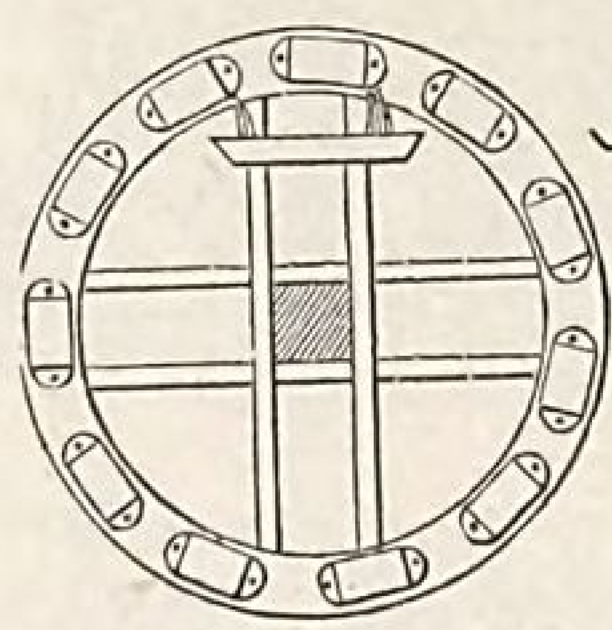


Fig. 264.



Fig. 265.

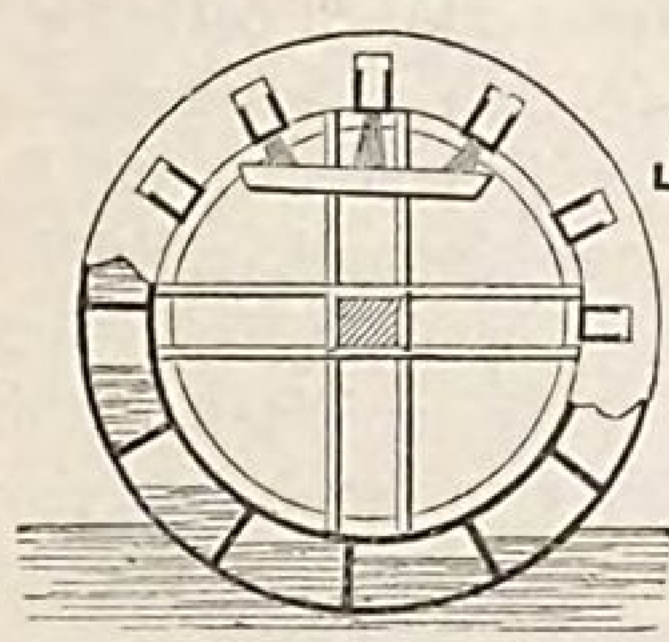


Fig. 266.

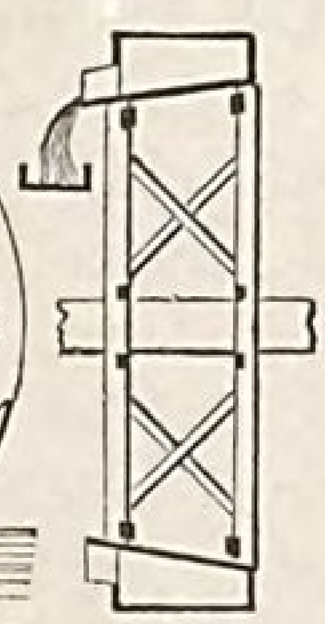
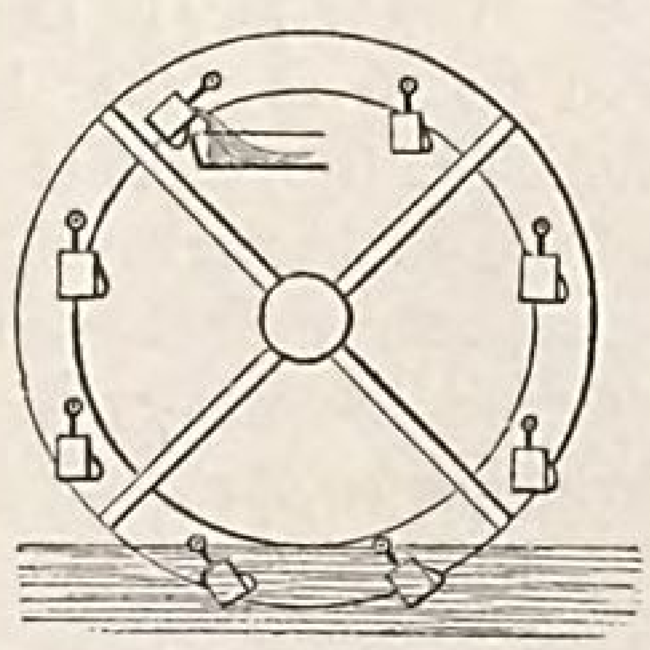


Fig. 267.



„Architecture Hydraulique" (Navier's Ausgabe) pag. 610 bis 612 entlehnt, wobei angegeben ist, dass sie in Spanien gebräuchlich wären. Eine Abart derselben zeigen die Fig. 263 und 264. Die folgenden beiden Figuren finden sich in Hagen's Handbuch der Wasserbaukunst. Erster Theil, S. 750, Fig. 248. Ein derartiges Rad soll Perronet beim Baue der Neuilly-Brücke zum Trockenlegen der Baugrube angewandt haben.

Ein Schöpfrad, welches, statt mit festen Eimern ausgestattet zu sein, diese pendelartig am Radkranze trägt, lässt Fig. 267 erkennen. Staunton (An Embassy to the Emperor of China, Vol. III. pag. 338) nennt dieses Rad „das Persische" (the Persian wheel with loose buckets suspended to the edges of the rim of the wheel). Von der vortheilhaften Wirksamkeit dieser mit beweglichen Eimern ausgestatteten Schöpfräder wird schon in der 1742 erschienenen sechsten Ausgabe (deutscher Bearbeitung) von Belidor's Architectura hydraulica, erster Theil, zweites Buch, viertes Capitel, §. 783, gehandelt. Es sollen diese Räder von dem Fehler (der mit festen Eimern) frei sein, von dem unten aufgenommenen (geschöpften) Wasser viel zu verlieren, bevor sie zur Ausgussstelle gelangen. Belidor rechnet, dass die mit festen Eimern durchschnittlich nur $^2/_3$ des geschöpften Wassers fördern.

2) Vom griechischen Worte Τύμπανον, das Tambourin (Pauke), die Trommel, ein Wagenrad ohne Speichen (Scheibenrad).

ticaldurchschnitt des Rades darstellt. Eine hohle Trommel *DDB* (Fig. 268) oder *aa* (Fig. 269) mit einer ebenfalls hohlen Welle *E* (Fig. 268) oder *bb* (Fig. 269) wurde durch radiale Wände in acht gleiche sectorförmige Räume getheilt. Jeder dieser Räume hatte eine Mündung *D* (Fig. 268) am äusseren

Fig. 268.

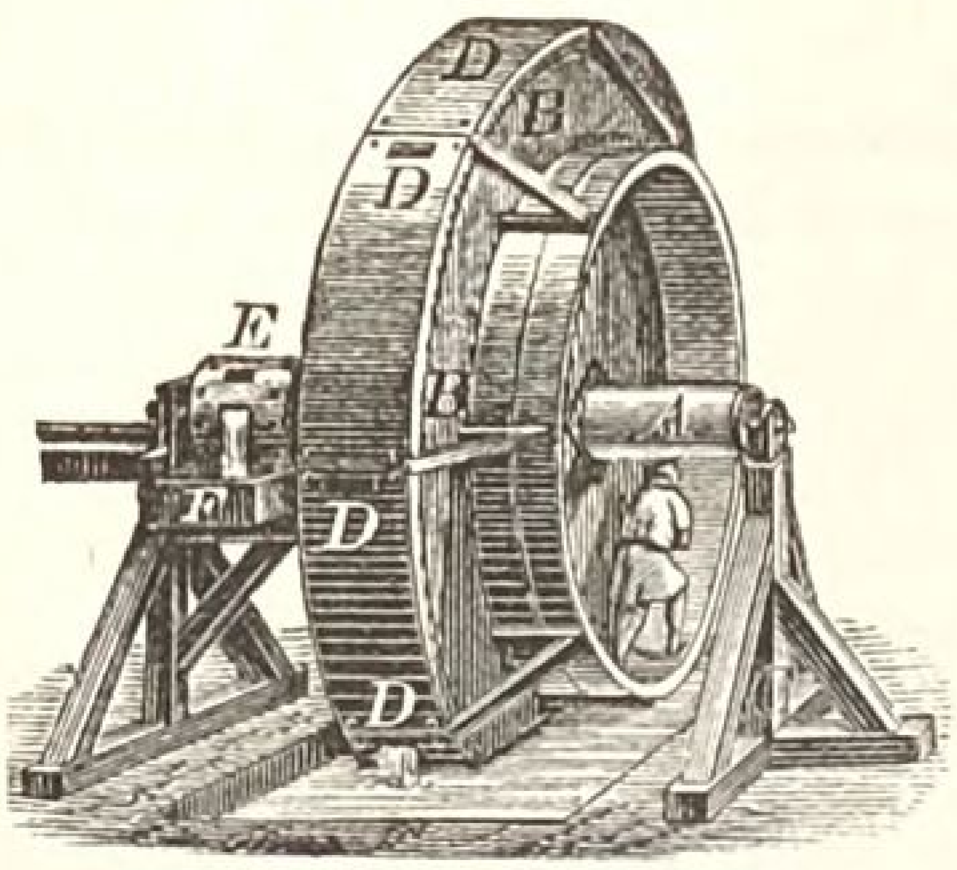
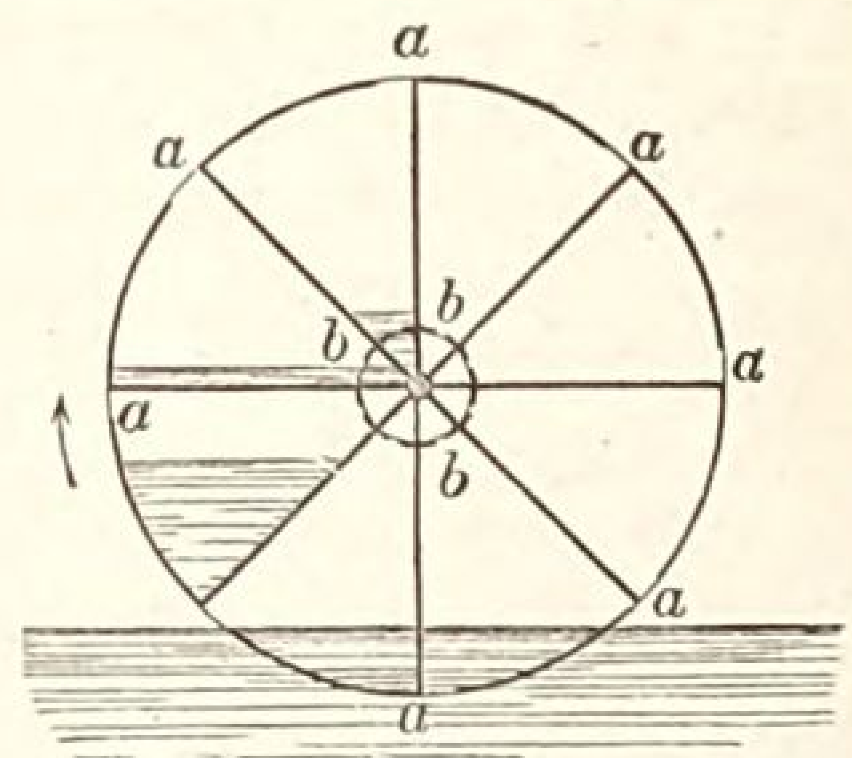


Fig. 269.



Umfange für den Eintritt des Wassers und stand ferner durch eine Seitenmündung *E* in dem hohlen Theile der Welle *AE* mit dem Inneren der letzteren in Verbindung. Wenn nun die ganze Trommel entsprechend in's Wasser getaucht und in Umdrehung gesetzt wurde, so nahm jede der erwähnten acht Zellen eine kleine Menge Wasser mit in die Höhe und goss endlich dasselbe in die hohle Welle aus, von wo ab es weiter in einen geeigneten Abflusskasten *F* (Fig. 268) floss und endlich in Gärten oder auf Feldern zum Begiessen und Bewässern etc. oder (wie Vitruv bemerkt) in Satzgruben zum Temperiren geleitet werden konnte. Für gewöhnliche Fälle nahm Vitruv an, dass die Umdrehung des Trommelrades durch ein Laufrad erfolgte, welches mit einer Wasserfördermaschine gehörig in Verbindung gebracht war und welches man durch Menschen in bekannter Weise (Bd. I, S. 238, Fig. 143, erste Auflage und S. 292, Fig. 182 zweite Auflage) in Bewegung setzte. Dass bei einem solchen Rade (Tympanum der Alten) die Förderhöhe des Wassers stets geringer als der Halbmesser des Rades ist, versteht sich wohl von selbst.

Fig. 270.

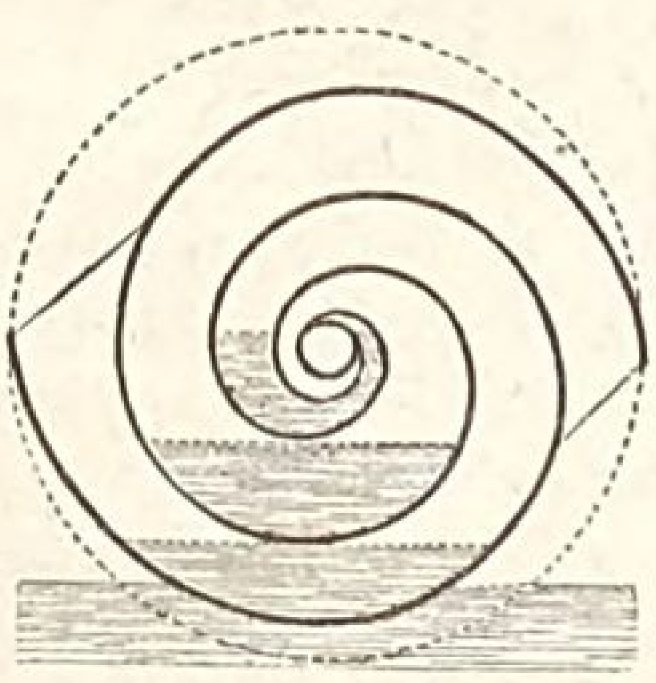
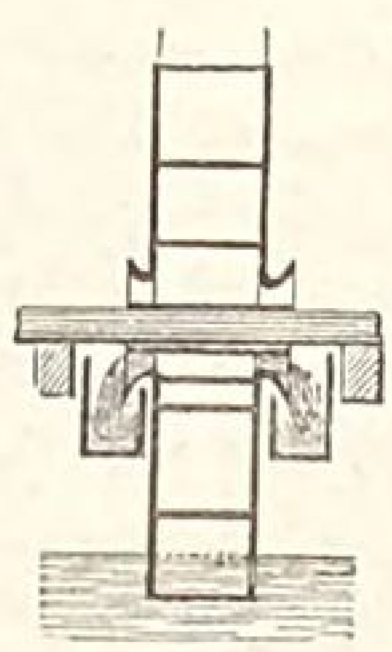


Fig. 271.

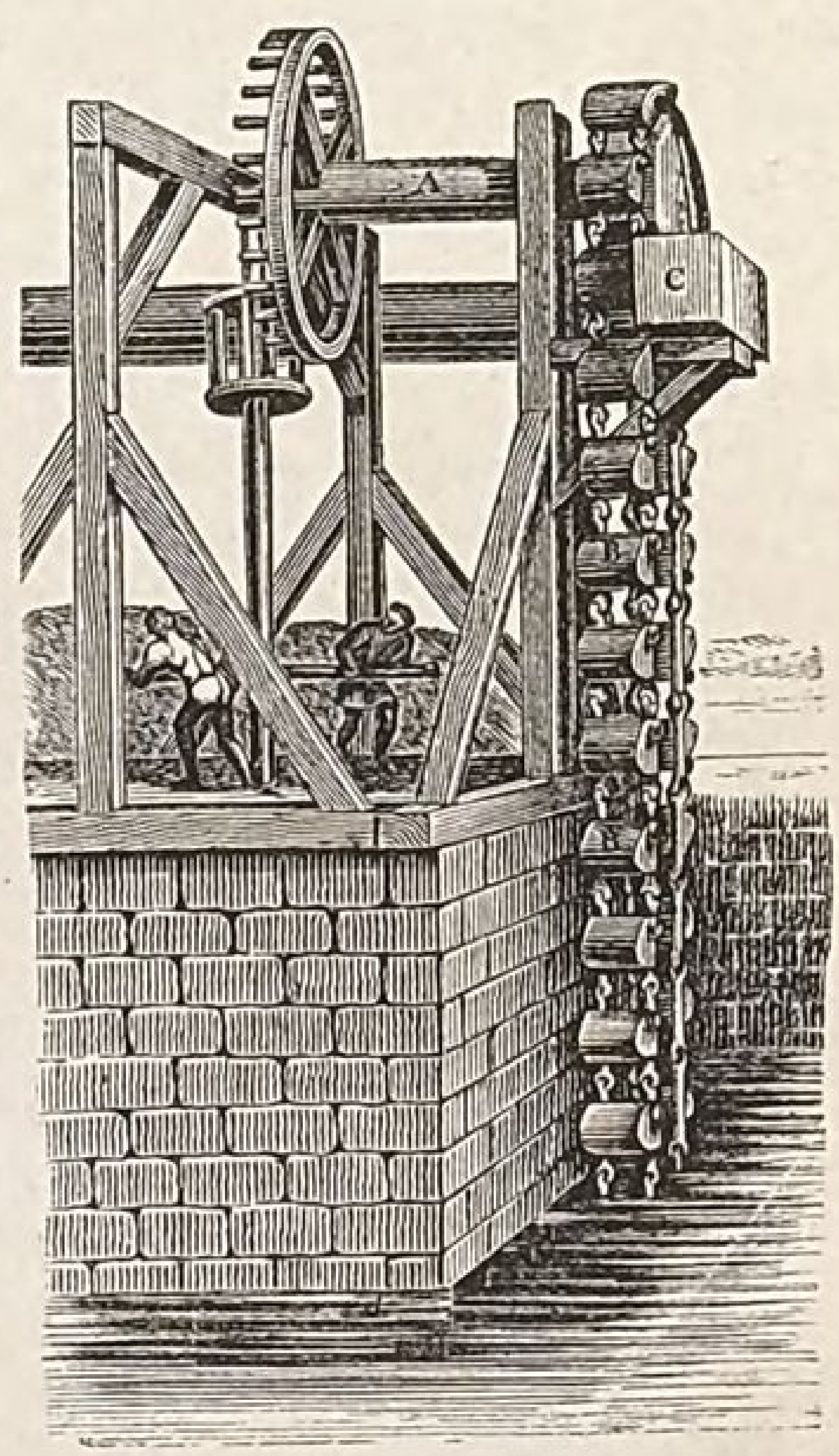


Bei näherer Betrachtung des zwischen den Scheidewänden der Sectoren in Fig. 269 befindlichen Wassers erkennt man bald, dass die Hebelarme der Schwerpunkte der betreffenden Massen, von unten, den Eintrittsstellen ab, nach oben hin bis fast zur Ausgussstelle wachsen, die widerstehenden Drehungsmomente also fortwährend zunehmen, von den betreffenden Motoren also auch fortwährend eine verschiedene Arbeit geleistet werden muss. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes wies bereits 1717 der französische Akademiker Lafaye nach, dass man das Wasser vom äusseren Umfange ab in Röhren nach der Mitte hin führen müsse, welche nach der Evolute eines Kreises zu krümmen sind, dessen Radius gleich dem der Aus-

flussröhre E (Fig. 268) des Rades ist[1]). Perronet änderte dies Trommelrad dahin ab, dass er die spiralförmigen Röhren durch spiralförmige Scheidewände ersetzte, dass dasselbe an den Seiten durch ebene Wände begrenzt werden konnte und überhaupt die Gestalt erhielt, welche die Fig. 270 und 271 erkennen lassen[2]). Perronet verwandte ein derartiges Schöpfrad beim Baue der Orléans-Brücke, was dadurch in Bewegung gesetzt wurde, dass an jeder Seite des Schöpfrades ein Laufrad angebracht war, worin Arbeiter gingen. Dies Rad hatte 6,30 Meter Durchmesser, tauchte 0,16 Meter in's Wasser und machte 3 Umläufe pro Minute. 12 Arbeiter, welche täglich 8 Stunden thätig waren, hoben damit pro Stunde 123,4 Cubikmeter Wasser auf 2,60 Meter Höhe. Hiernach stellt sich die tägliche Leistung eines Arbeiters zu 213900 Meter-Kil. heraus. Verglichen mit den täglichen Leistungen der Menschen an Handkurbeln (Bd. 1, S. 232 und 233 erste Auflage und S. 286 und 287 zweite Auflage) ist demnach vorstehendes Resultat kein ungünstiges.

In neuester Zeit hat Cavé in Paris diese neueren Tympanons ganz aus Eisenblech construirt und damit sehr gute Wirkungen erzielt[3]).

Fig. 272.



Vitruv in seiner Beschreibung verschiedener Wasserschöpfmaschinen folgend, finden wir daselbst am Ende des 9. Capitels (Buch X.) die sogenannte Eimerkunst (nach Art der bereits S. 291 bis 293 erörterten Bagger mit verticaler Eimerkette) besprochen, wovon wir wieder der Perrault'schen Ausgabe die nebenstehende Fig. 272 entlehnen.

Ist das Wasser auf grössere Höhen zu fördern, als dies (vernünftiger Weise) mittelst Schöpfräder geschehen kann, so schlägt man (Fig. 272) über die geeignete Scheibe auf der horizontalen Welle eines Göpel-Vorgeleges eine eiserne Kette ohne Ende, die bis in das Wasser hinabreicht, aus welchem gefördert werden soll und woran kupferne Eimer B (zu je 3 Maass) hängen[4]). Die Umwälzung der Scheibe an der Welle A

1) Ueber das Tympanum von Lafaye (das Tympanum der Neueren) handelt ausführlich Navier in den Anmerkungen der von ihm besorgten Ausgabe der Belidor'schen Architecture Hydraulique, T. I. Pag. 609 (Note fl). In der deutschen (6.) Ausgabe des Belidor'schen Werkes vom Jahre 1742 findet man das gedachte Krümmungsgesetz Theil I. Buch II. Cap. IV. §. 779 erörtert.

2) Oeuvres de Perronet (Pariser Ausgabe von 1788), pag. 252 (Roue a Tympans). Deutsch von Dietlein (Berlin 1820), S. 221.

3) Annales des Ponts et Chaussées. 1856, (2) pag. 273, und Armengaud's Publication industrielle des Machines, Tome VI. Pag. 47, Pl. 4.

4) Wohl das seiner Zeit berühmteste und merkwürdigste aller je existirenden

bewegt zugleich diese Kette, bringt nach und nach die mit Wasser gefüllten Eimer in die Höhe, welche, wenn sie über die Welle *A* empor kommen, nothwendiger Weise umstürzen und das geförderte Wasser in einen geeigneten Behälter *C* giessen, von welchem aus es in Gerinnen dahin geführt wird, wo man es zu Bewässerungen oder zu anderen Zwecken benutzen will[1]).

verticalen Eimerwerke war das, noch bis Ende der 60er Jahre (nach Max Eyth in dessen interessantem Werke „Wanderbuch eines Ingenieurs", erster Band, S. 244 der ersten Auflage) vorhandene, zum Betriebe des sogenannten Josephsbrunnens in der Citadelle zu Cairo in Aegypten. Mit diesem Maschinensysteme wurde Wasser aus der gewaltigen Tiefe von circa 90 Metern gefördert. Die ganze zu gewältigende Wasserhöhe war in zwei Sätze (Etagen) getheilt, einen oberen von 50 Meter Höhe und einen unteren, dessen Höhe 40 Meter betrug, die sich jedoch nicht in derselben Geraden, sondern parallel nebeneinander befanden.

Das obere Werk wurde durch an einem Göpel gespannte Ochsen, das untere durch ein Pferd betrieben. Die an endlosen, strickleiterartigen Seilen aufgehangenen Eimer waren dabei zweckmässig geformte Thontöpfe von 0,40 Liter Inhalt ein jeder, wodurch man pro Minute 12,70 Liter (etwas salzhaltiges) Wasser gefördert haben soll.

Um den Brnnnenschacht herum war spiralförmig eine Rampe mit verhältnissmässig sanfter Ansteigung von 2,20 Meter Höhe und 2,0 Meter Breite angelegt, so dass man, wenigstens die erste Strecke des Schöpfwerkes, bequem und selbst mit Thieren passiren konnte.

Gegenwärtig ist dies Eimerwerk ausser Thätigkeit und durch eine kräftige Dampfpumpe ersetzt.

Ausführlichere und mit vortrefflichen Abbildungen begleitete Beschreibungen finden sich im Textbande II, pag. 691 der (Napoleon'schen) „Description de l'Égypte", Abtheilung „État moderne" (Regierungsausgabe von 1822), sowie in der Buchhändl.-Ausgabe von 1829, Bd. 18, pag. 357. In beiden Quellen mit Abbildungen auf Planche 73 (Atlas „État moderne").

Auch Bädecker berichtet noch in der zweiten Auflage (1885, S. 283) seines Reisebuches „Unter-Aegypten und die Sinai-Halbinsel", im Abschnitte Kairo, über den Josephsbrunnen.

Fig. 273.

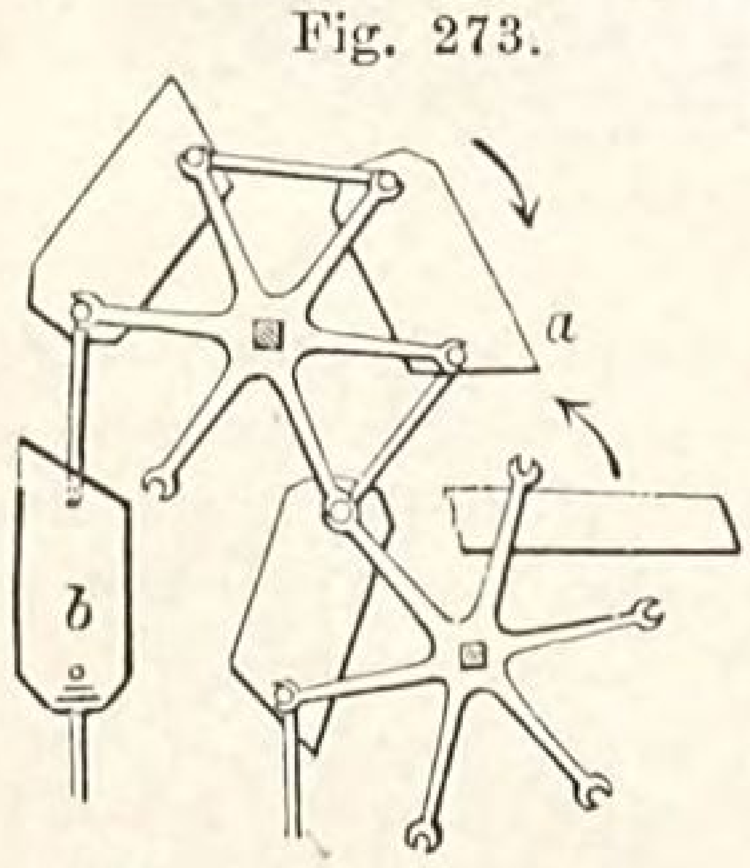
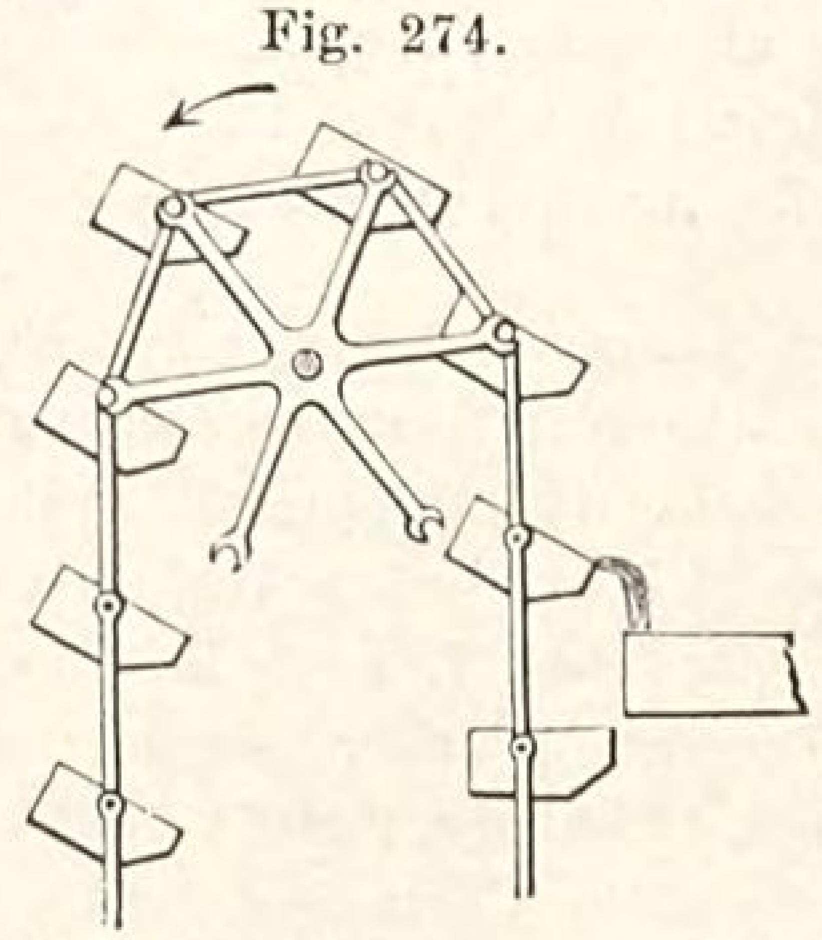


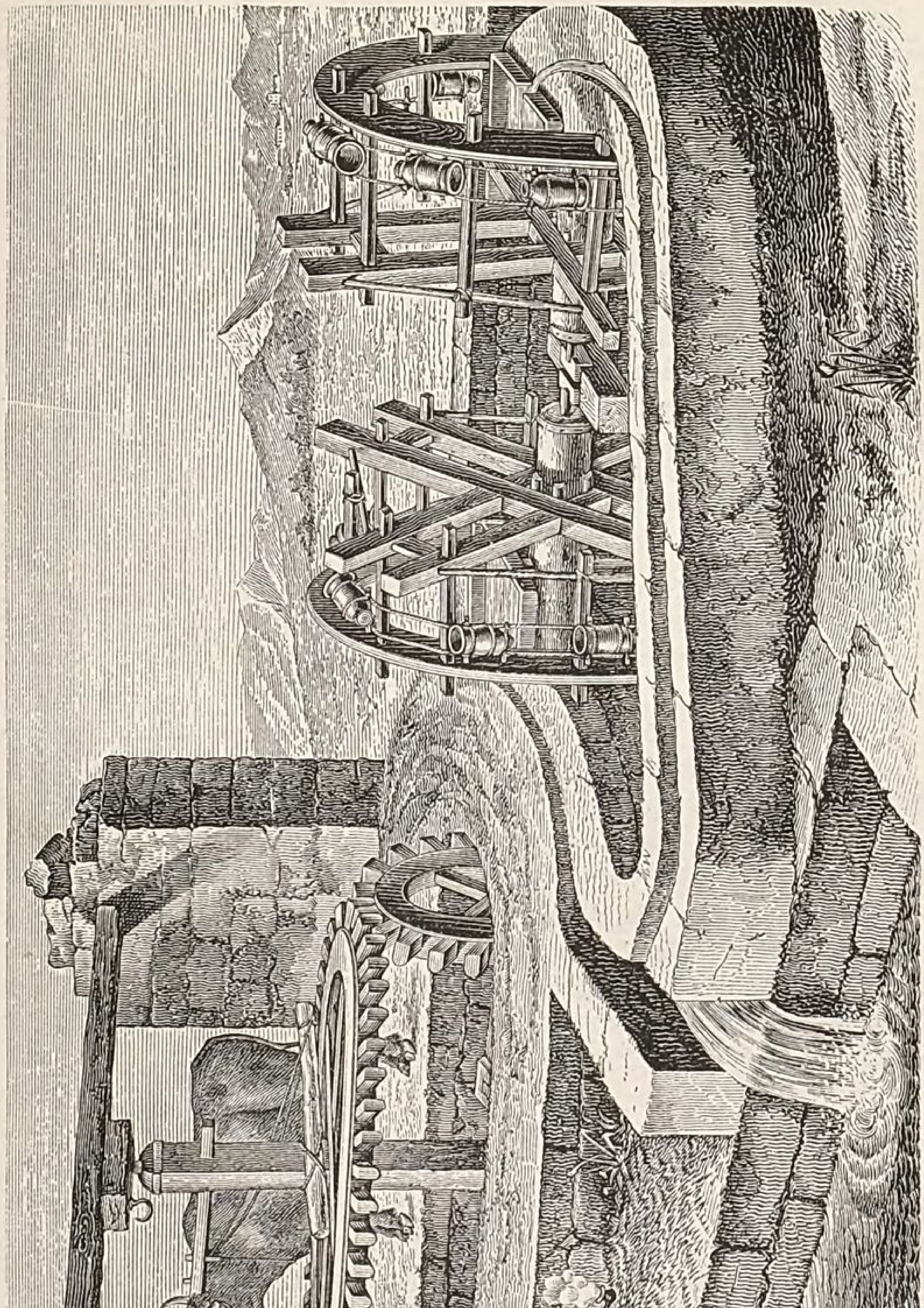
Fig. 274.



1) Diesen Eimerwerken hat man später in Spanien den Namen „Noria" gegeben von dem arabischen Worte „naara" schnauben, weil das Ausgiessen der Kübel schnaubende Laute erzeugt. Man sehe hierüber die bereits vorher citirte Schrift des Professors Reuleaux „Ueber das Wasser" etc., Seite 14.

Andere, neuere Anordnungen derartiger Norias lassen obenstehende Fig. 273

Fig. 275.



erkennen. Während Figur 274 ohne weitere Erörterung zu verstehen sein wird, ist Figur 27 3 die Skizze einer von Gateau in Frankreich getroffenen

Von der fast bei allen Völkern Afrikas und Asiens bereits Bd. 2, S. 14 erwähnten Stetigkeit in der Bewahrung ihrer Sitten und Gebräuche liefern auch die Wasserfördermaschinen ein thatsächliches Zeugniss. So erinnert z. B. vorstehende, dem bereits vorhergenannten grossen Napoleon'schen Werke „Description de l'Égypte" entlehnte[1]) Figur 275 an die Vitruv'schen verticalen Eimerwerke (Eimerkünste) und an die wahrscheinlich von den Arabern in Spanien eingeführten Norias. Hervorgehoben wird in unserer Quelle ganz besonders, dass die zur Aufnahme des zu fördernden Wassers vorhandenen und in der Regel an endlosen Seilen befestigten Eimer oder Töpfe (pots) aus gegebranntem Thone gebildet sind, die ganze Construction des Maschinenwerkes aber mit einer gewissen Sorgfalt und (gewissermaassen) Eleganz hergestellt wäre, wie man solche nur in den Umgebungen der Hauptstädte und in den Gärten der Beys finde. Die Motoren sind an Göpeln arbeitende Ochsen. In unserer Abbildung sind zwei derartige Maschinensysteme neben einander aufgestellt, wobei das Triebwerk des zur rechten Hand gelegenen Rades weggelassen ist. Das von beiden Maschinen geförderte Wasser wird schliesslich in einem und demselben Reservoire gesammelt.

Nach Angabe des französischen Ingenieurs Faye[2]) förderte (im besonderen Falle) ein solches Maschinenwerk pro Minute 67,6 Liter Wasser auf 10,39 Meter Höhe[3]).

Bei der in Fig. 276 skizzirten Anordnung, wo eine solche Noria durch ein umlaufendes Triebstöckenrad in Bewegung gesetzt wird, hat man das Gefäss, welches zum Auffangen des geförderten und ausgegossenen Wassers dient, höher gestellt, was offenbar vortheilhafter wie bei Fig. 275 ist, wo das Abflussgerinne des gehobenen Wassers in der Mitte des Eimerrades liegt.

Wenn man blos die Böden der Eimer an dem endlosen Seile oder der endlosen Kette befestigt, also sämmtliche Seitenwände der Eimer entfernt, ferner den einen der beiden Seil- oder Kettenstränge in einer verticalstehenden Röhre aufsteigen lässt, so entsteht die in Fig. 277 skizzirte Anordnung, welche

Anordnung, wovon sich in Le Blanc's „Recueil des machines", Vol. I. Pl. 72 die vollständigste Abbildung und Beschreibung vorfindet. Die Eimer bestehen hier aus Blech, welche oben neben dem schrägen Boden eine grössere Seitenöffnung *a* zum Ausgiessen des Wassers und unten ein kleines, durch ein Ventil bedecktes Loch *b* zum Ein- und Abführen der Luft enthalten.

D'Aubuisson in seinem „Traité d'Hydraulique", Paris 1840, berichtet pag. 559 und 562 über grosse, bis zum Wirkungsgrade 0,657 gehende Leistungen derartiger Norias.

1) Tome Douzième. État moderne „Explication des planches des arts et métiers", pag. 412 unter der Ueberschrift: „Roue à Pots ou Machine à arroser."

2) Ebendaselbst pag. 415.

3) 67,6 Kilogramm pro Minute auf 10,39 Meter Höhe gehoben, entsprechen einer Nutzarbeit von 42 142 Meter Kilogramm pro Stunde oder von 337 136 Meter Kil. bei 8stündiger (täglicher) Arbeit. Man vergleiche damit die Bd. 1, S. 312 (zweite Auflage) notirte Leistung von an Göpeln arbeitenden Ochsen.

man verticales Paternosterwerk, Rosenkranzmühle, Scheiben- oder Püschelkunst zu nennen pflegt. Leupold in seinem Theatrum machinarum hydraulicarum, T. I. pag. 81 erklärt die Püschel- oder Taschenkunst „als eine Maschine, da vermittelst eines Seiles oder einer eisernen Kette und etlichen daran gebundenen Wulsten (Püscheln) oder ledernen mit Haaren ausgefüllten Kugeln, so durch eine (senkrechte) Röhre gehen, das Wasser aus der Tiefe herausgehoben wird.“ Werden statt der gedachten Wulste lederne oder metallene Scheiben oder letztere beiden in geeigneter Verbindung angebracht, so pflegt man die Maschine wohl auch mit dem Namen Scheibenkunst oder Kettenkunst zu bezeichnen [1]).

Fig. 276.

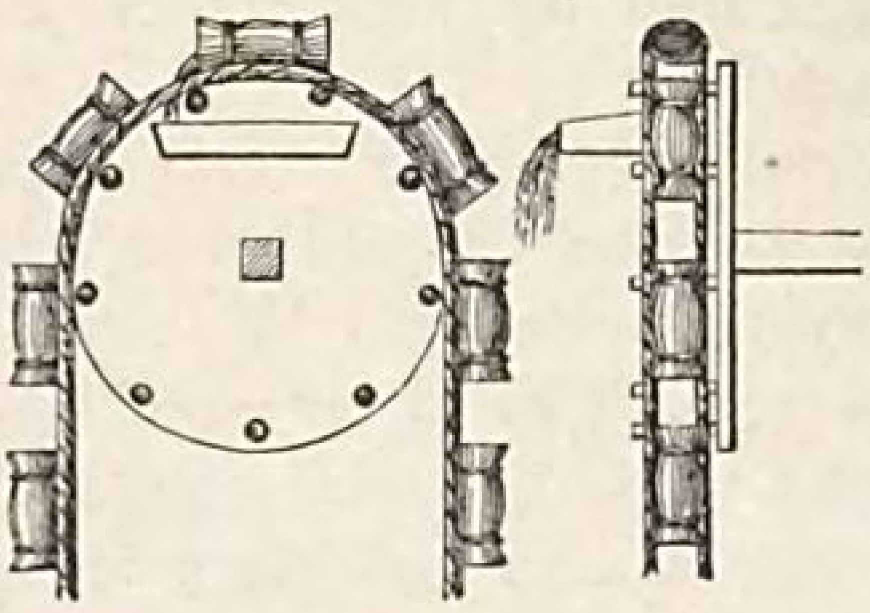
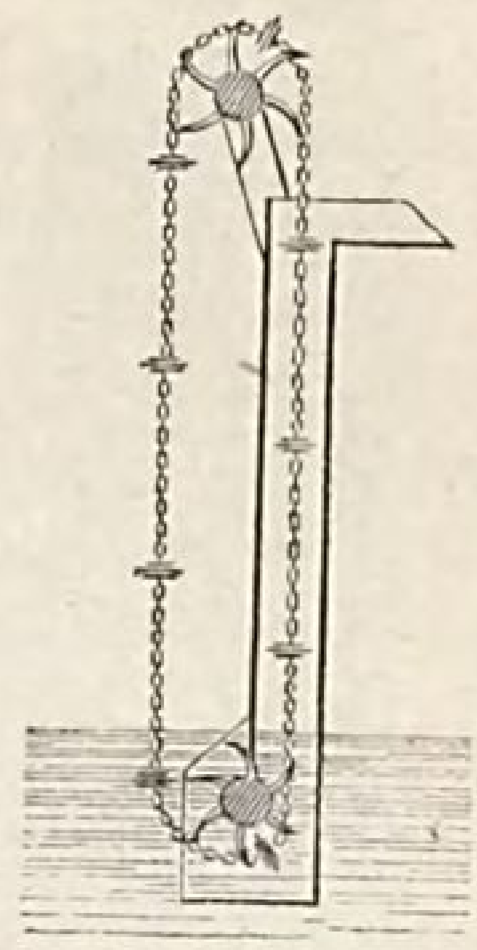


Fig. 277.



Die älteste Abbildung einer solchen Püschelkunst oder Kettenpumpe, welche der Verfasser auftreiben konnte, fand sich im 6. Buche des Agricola'schen Werkes „De re metallica“, pag. 149, was bekanntlich 1621 in Basel erschienen ist und wo diese Maschine zur Wasserförderung aus Gruben der Bergwerke empfohlen wird [2]).

Da sich ausgestopfte Bälle (Wülste) leicht abnutzen, so hat man sich in späterer Zeit fast ausschliesslich der ledernen Scheiben bedient, die man mit mehr oder weniger konisch gestalteten Schäften (Unterlagen) versieht, überhaupt Körper bildet, welche die Steigröhre fast kolbenförmig ausfüllen [3]).

Noch im Jahre 1828 wurde die Scheibenkunst oder das Paternosterwerk zum Auspumpen gesunkener Schiffe in Neufahrwasser mit grossem Vortheile

1) Leupold handelt in demselben Bande seines Theat. mach. hydraul. Cap. V. pag. 45 ff. von dem sogenannten geneigten Schaufelwerke, welches man, wie die meisten französischen Schriftsteller, als geneigtes Paternoster- oder geneigtes Scheibenwerk (Chapelet incliné) im Gegensatze zu dem senkrechten Scheibenwerke (Chapelet vertical) betrachten kann. Für unsere Zwecke dürfte es genügen, hinsichtlich des geneigten Schaufelwerkes auf die Abbildung S. 259 zu verweisen. Wer ausführliche Studien und mathematische Berechnungen über diese Maschine anzustellen wünscht, dem empfehlen wir das 2. Heft von Gilly's und Eytelwein's „Wasserbaukunst“, S. 10 ff., sowie Weisbach's Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, zweite Abtheilung, S. 806, erste Auflage.

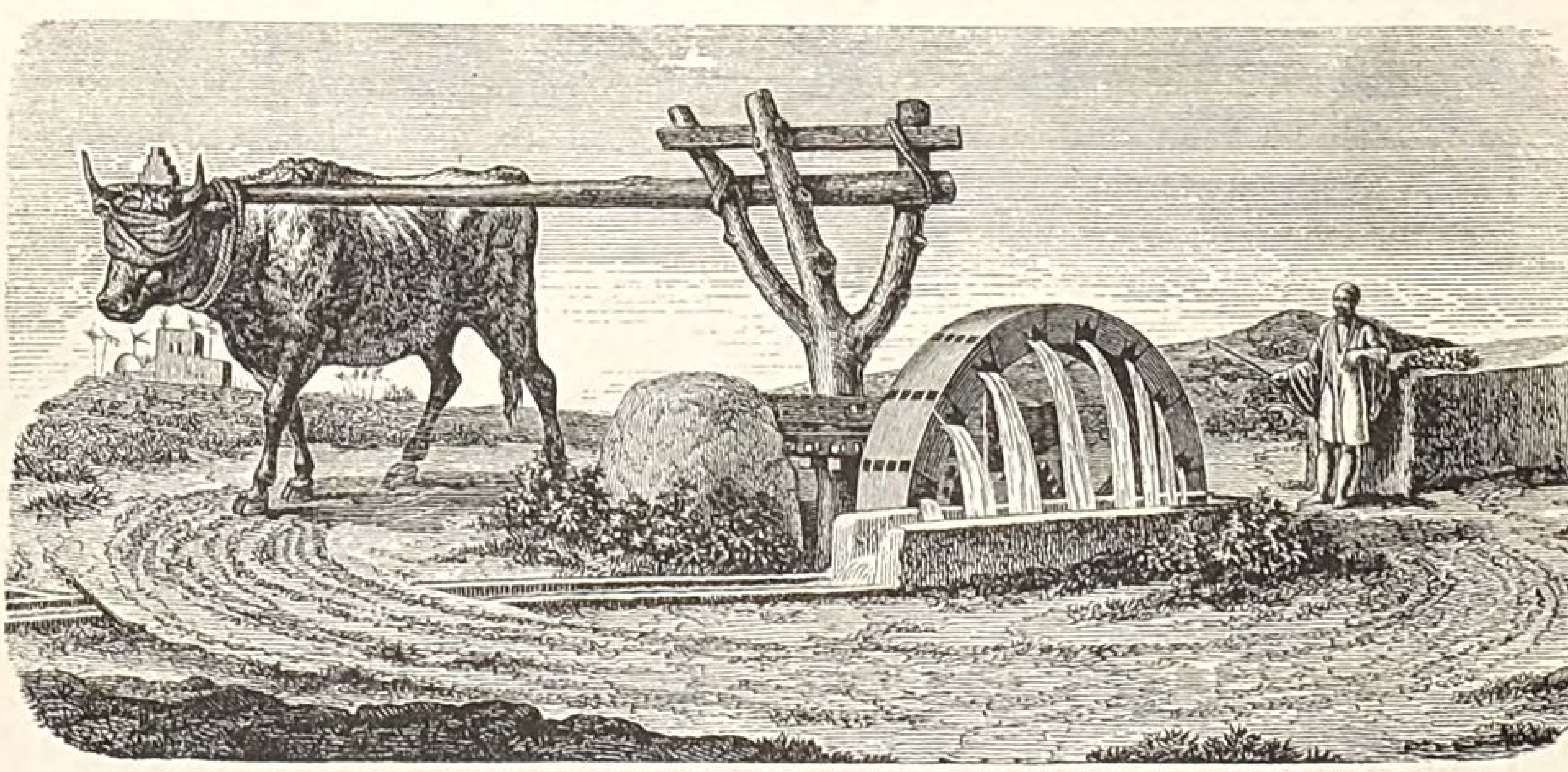
2) Ueber Leonardo da Vinci's (geb. 1452 bei Florenz) Verdienste um die Verbesserungen der Kettenpumpe berichtet Dr. Grothe in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen, 1874, S. 183.

3) Gilly u. Eytelwein a. a. O. S. 27 unter der Ueberschrift: „Scheibenkunst.“

benutzt. Berichtet wird hierüber sowohl in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, 8. Jahrgang (1829), S. 109, als auch im 1. Theil von Hagen's Wasserbaukunst. 2. Aufl., S. 768 etc. An ersterer Stelle heisst es: „Diese Maschine leistete so vorzügliche Dienste, dass die Seeleute deren Wirksamkeit nicht genug rühmen konnten." Hagen hebt hervor, dass beim Heben eines mit Ballast beladenen Schiffes eine Menge Sand und sogar feiner Kies mit herausgeworfen wurde, ohne den Gang der Maschine zu beeinträchtigen.

In ebenfalls nicht ungünstiger Weise berichtet Navier (in den Anmerkungen zu seiner Ausgabe der Belidor'schen Architecture Hydraulique, pag. 579, Note *fc*) nach zuverlässigen Versuchen des französischen Ingenieurs Soyer über das Güteverhältniss einer zweckmässig angeordneten verticalen Scheibenkunst (chapelet vertical), dahin gehend, dass ein Mann damit pro Tag 110 bis 120 Cubikmeter Wasser auf einen Meter Höhe fördern könne, was im Mittel eine tägliche Leistung von 115 000 Meterkilogramm giebt. Im Vergleich mit der Menschenarbeit an der Handkurbel (180 000 Meterkilogramm nach Bd. I, S. 233 erste Auflage und S. 287 zweite Auflage) gäbe dies das Verhältniss $\frac{115}{180} = 0{,}64$. Die Wasserverluste schätzt Navier zu 36 Procent, so dass von 100 Theilen Wasser 64 Theile wirklich gefördert werden, das übrige zwischen dem Umfang der Scheiben und den Wänden der Steigröhre entweicht und in den Behälter zurückfällt, aus welchem geschöpft wird. Die geneigten Scheiben- oder Schaufelwerke (chapelets inclinés) geben weit ungünstigere Güteverhältnisse (Wirkungsgrade).

Fig. 278.

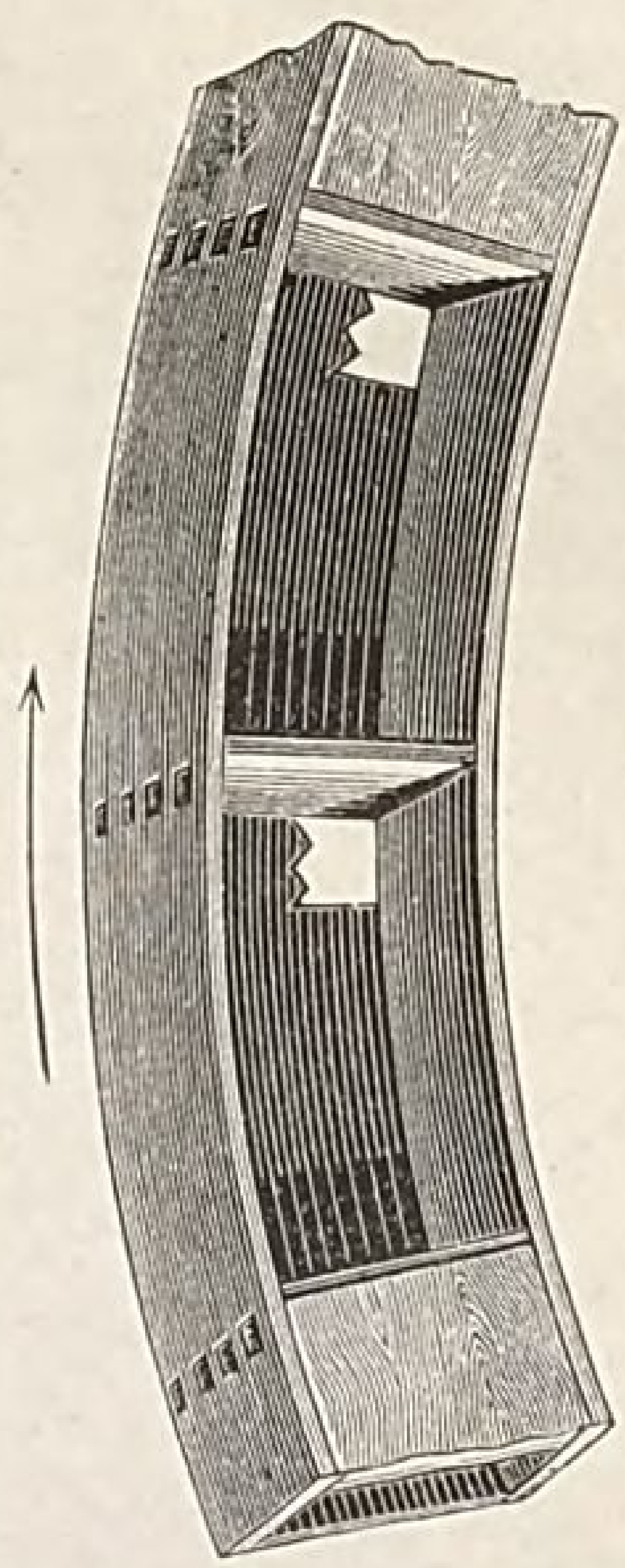


Noch gegenwärtig werden diese Scheiben-Paternosterwerke oder Kettenpumpen mit sehr gutem Erfolge als Jauchepumpen (wo die Flüssigkeit mit Unrath, Stroh, Pflanzenresten etc. gemengt vorkommt) bei landwirthschaftlichen Betrieben, dann auch als Schlempe-, Theer-Pumpe u. dgl. m.

verwandt, wobei man naturgemäss alle Theile aus Eisen herstellt, die Steigröhre entsprechend ausbohrt u. dgl. m.[1]).

Um hier keinen der wichtigsten Fälle über neuägyptische Bewässerungsmaschinen unbeachtet zu lassen, worüber in dem bekannten grossen Napoleonschen Werke berichtet wird, tragen wir noch das in Fig. 278 abgebildete Schöpfrad nach. Unsere Quelle[2]) bemerkt besonders, dass derartige Schöpfmaschinen vorzugsweise im sogenannten Delta im Gebrauche sind und dass in dem besonderen Falle, worauf sich die Fig. 278 und die Detailfigur 279 beziehen, das Wasser 2,70 Meter hoch gehoben wird. Das ganze Rad ist aus Holz construirt, wobei man allerdings die kastenförmigen, hohlen Wände aus Bohlen von 9 Centimeter Dicke hergestellt hat.

Fig. 279.



Wir schliessen die Geschichte der Wasserfördermaschinen mit continuirlich bewegten Gefässen (Kästen, Eimern, Röhren etc.), indem wir in Fig. 280 und 281 die Abbildung einer Noria mittheilen, wie solche gegenwärtig noch in Spanien zur Bewässerung (Berieselung von Feldern und Gärten in Anwendung sind. Nach unseren Quellen[3]) arbeitet das hier abgebildete Rad in der Nähe von Palma[4]), Provinz Cordova (Andalusien) und zwar entnimmt es das Wasser aus dem Flusse Genil. Dies Rad hat 9,10 Meter Durchmesser, mit Schaufeln am äusseren Umfange von 1,20 Meter Breite und 0,40 Meter Höhe. Jede dieser Schaufeln ist nahe der inneren Kante mit 2 Löchern versehen, durch welche man Seile (harts) aus Baumzweigen gezogen und daran 96 aus gebranntem Thon gebildete Töpfe befestigt hat. Aus sorgfältigen Messungen im Abflusscanale bestimmte sich die pro Secunde geförderte Wassermenge zu 17 Liter oder zu 0,017 Cubikmeter. Da diese auf 6,80 Meter Höhe gehoben

1) Abbildungen im (schönen) illustrirten Kataloge (Nr. 9, 1885) der permanenten Ausstellung und Fabrik landwirthschaftlicher Maschinen und Geräthe des Herrn W. Garvens (Commandit-Gesellschaft) in Hannover, S. 94.

2) Tome XII. (1823) Explication des planches des arts et métiers. Pl. III.: „Vue et détails de la Roue à Jantes creuses."

3) Aymard, „Irrigations du Midi de l'Espagne." Paris 1864, pag. 279, und Scott-Moncrieff, „Irrigation in Southern Europe." London 1868, pag. 135.

4) Palma del Rio ist eine kleine Stadt von 10 000 Seelen am rechten Ufer des Flusses Genil, unweit der Stelle, wo sich dieser in den Guadalquivir ergiesst. Trotz der wenig cultivirten und daher gering fruchtbaren Ebene des Guadalquivir, welche sich von Cordova nach Sevilla und Cadix erstreckt, machen die Umgebungen von Palma auf circa 8 Kilometer Länge zu beiden Seiten des Genil eine rühmliche Ausnahme. Diese Huerta (Garten) von Palma gleicht (nach Aymard a. a. O. pag. 278) der Métidja von Algier, so dass auf einer Fläche von ungefähr 200 Hektaren (784 preussische Morgen) die herrlichsten Getreide-

wird, so resultirt die Nutzleistung des Rades zu 17 . 6,80 = 115,6 Meter-Kil. oder zu 1,54 Maschinen-Pferdekräften. Da ferner ein Umlauf des Rades in 27 Secunden erfolgt, so erhält man für den Fassungsraum eines der Töpfe $\frac{27 \times 17}{96}$, d. i. 4,78 Liter.

Fig. 280.

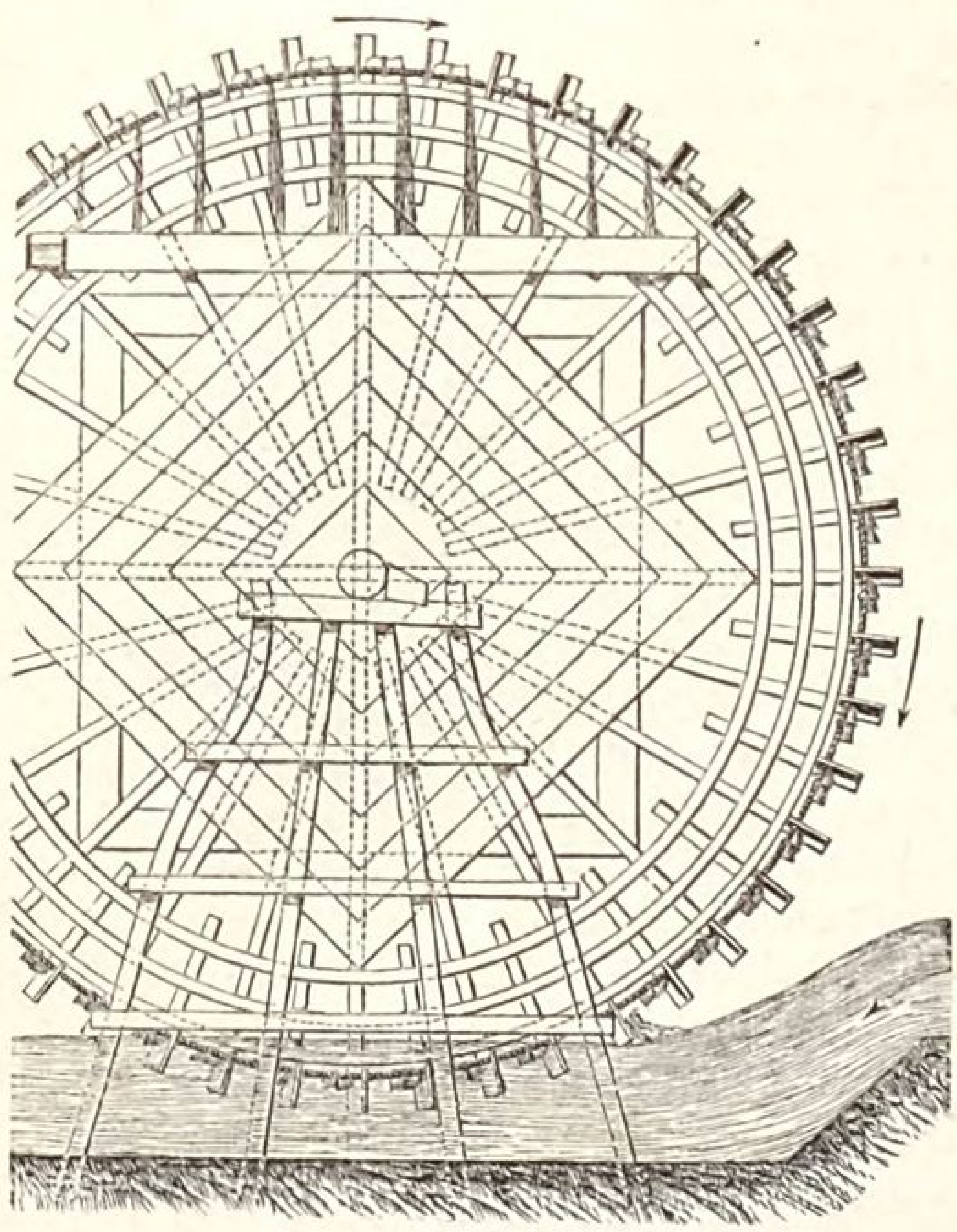
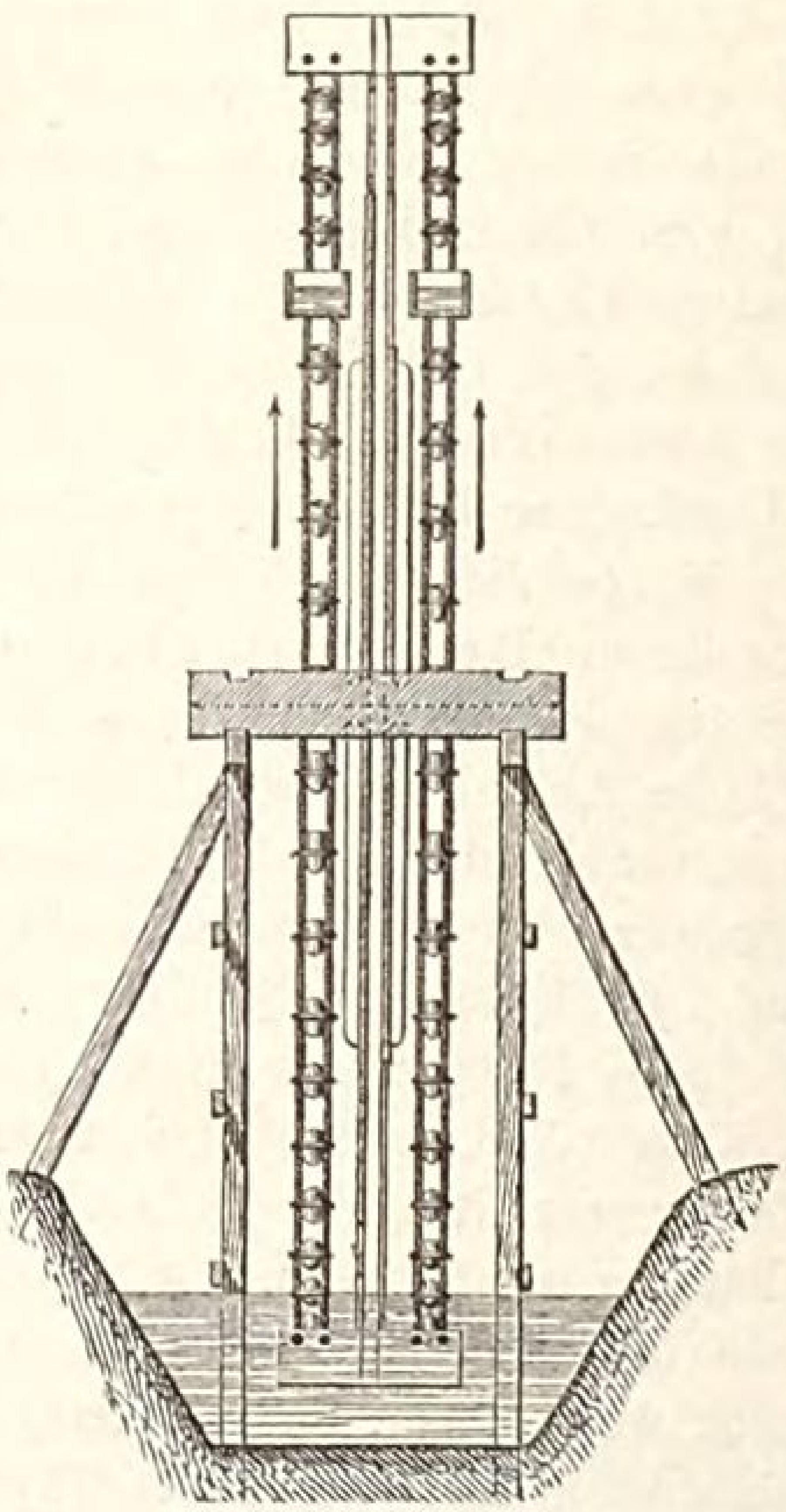


Fig. 281.



Wiederum zu den Vitruv'schen Nachrichten in seinem Werke „die Baukunst" zurückkehrend, finden wir daselbst im 11. Capitel des 10. Buches Nachrichten über die bemerkenswertheste Wasserfördermaschine der Alten, bei

felder, Orangen-, Citronen-Bäume etc., Cactus, Aloë etc. zu finden sind. Diese Huerta wird vollständig durch 20 der Norias (Fig. 280 und 281) bewässert.

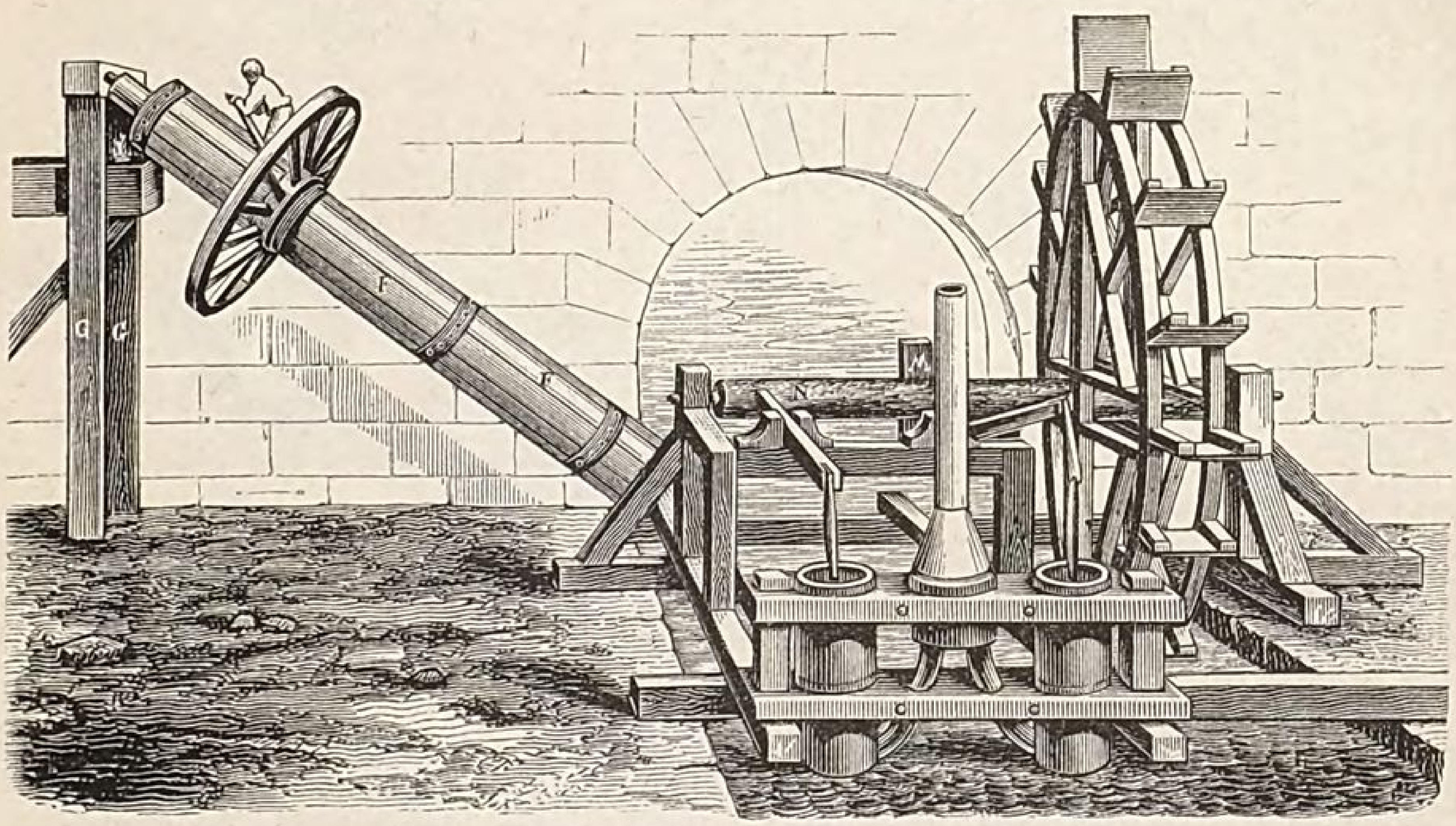
Aymard bemerkt in Bezug auf diese Bewässerungsmaschine noch wörtlich Folgendes: „L'établissement de ces roues, leur mode de construction se perdent dans la nuit des temps, et le nombre de godets que chaque roue doit avoir est réglé par la tradition."

Ueber die grossartigeren Bewässerungen der spanischen Provinz Valencia mittelst Canälen aus dem Turia-Flusse, Stauwerke, Norias etc. auf einer Fläche von circa 100 000 engl. Acre oder 404 000 Hektaren giebt Scott Moncrieff a. a. O. pag. 127 etc. ausführliche Auskunft. In dieser Provinz wird besonders der Cultur des Reises Aufmerksamkeit geschenkt. Unsere englische Quelle bezeichnet diese Stelle (pag. 163) als die „beautiful „Huerta" of Valencia, the most perfectly irrigated district in Spain."

welcher der Druck der atmosphärischen Luft keine Rolle spielt, über die sogenannte Wasserschnecke. Diodor (S. 315, Note 3 erste Auflage und S. 2, Note 1 zweite Auflage) schreibt die Erfindung dieser Maschine dem Archimedes zu (geb. 287 v. Chr. zu Syracus) und nennt sie deshalb „Die Archimedische Wasserschnecke", während Andere behaupten[1]), dass sie schon den alten Aegyptern zur Austrocknung ihres vom Nil überschwemmten Landes gedient habe.

Die Abbildung einer Wasserschnecke, wie sich solche in der am besten ausgestatteten Ausgabe des Vitruv'schen Werkes (bei Perrault pag. 321) findet, giebt wenig Einsicht in die Construction und Wirksamkeit dieser Maschine, weshalb wir solche durch Hinzufügung zweier anderer Abbildungen, der Fig. 284 und 285, vervollständigen. Die von Vitruv selbst gelieferte Be-

Fig. 282. Fig. 283.



schreibung lautet (auszugsweise) folgendermaassen: „Man nimmt ein Holz (Rundholz, einen hölzernen Cylinder als Spindel oder Kern), welches so viel Zoll dick als Fuss lang ist und verzeichnet krumme Linien auf dessen Mantel von der Art, dass deren Erhebung genau ebenso gross ist, als ihr Umlauf (also am Cylindermantel gemeine Spirallinien beschrieben werden, welche unter einem Winkel von 45 Grad aufsteigen). In diesen Linien, solche als Spur gedacht, befestigt man rechtwinklig zur Länge der Spindel (in gehörig gebildeter Vertiefung) Splisse oder Brettstückchen, schneidet diese in gleicher Entfernung von der Spindel entsprechend ab und sorgt, dass jedes solches Brettchen dicht an das andere (benachbarte) anschliesst.

„Um dieses Gewinde (diesen Schneckengang) wird dann zur Bedeckung ein Mantel FF (Fig. 282) von Brettern geschlagen, welchen man mit Theer sättigt und darum eiserne Reifen legt, damit ihn die Gewalt des Wassers nicht zersprenge. Jedes der beiden Enden der Spindel wird mit einem geeigneten Zapfen (stilus)

1) Perrault in seiner Ausgabe des Vitruv, pag. 316, Note 1.

versehen. Zur Rechten und Linken dieser Wasserschnecke bringt man dann Pfähle (Ständer) *GG* an, befestigt auf deren höchsten Enden Querhölzer (Holme) und lagert dort den obersten Zapfen, während der untere ebenfalls placirt wird: und so vermag die Maschine von Menschen durch Treten umgetrieben zu werden."

„Die Neigung der Spindelachse gegen den Horizont wird so bemessen, dass auf je 5 Theile der Achslänge immer 3 Theile der Erhebung kommen, also (nach dem Pythagoräischen Lehrsatze 4 solche Theile auf die entsprechende Horizontalprojection" [1]).

Aus dieser Vitruv'schen Beschreibung und Constructionsregel geht hervor, dass die heutige Wasserschnecke (jetzt Tonnenmühle genannt), wie sich solche in Fig. 285 skizzirt vorfindet, keine andere als die ist, welche bereits vor fast 2000 Jahren existirte!

Fig. 284.

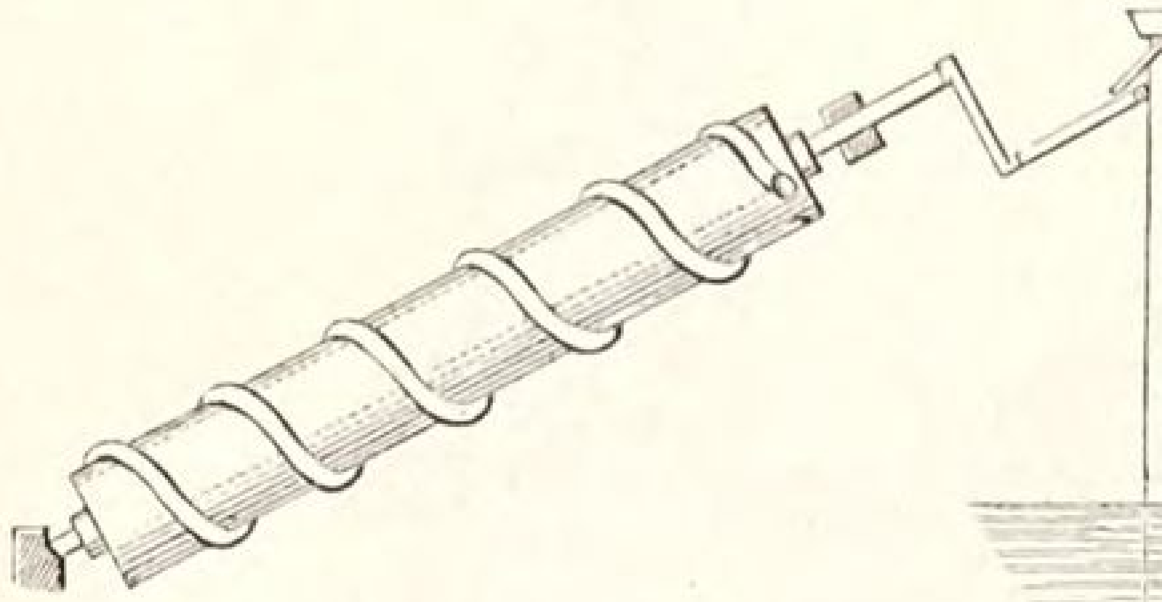
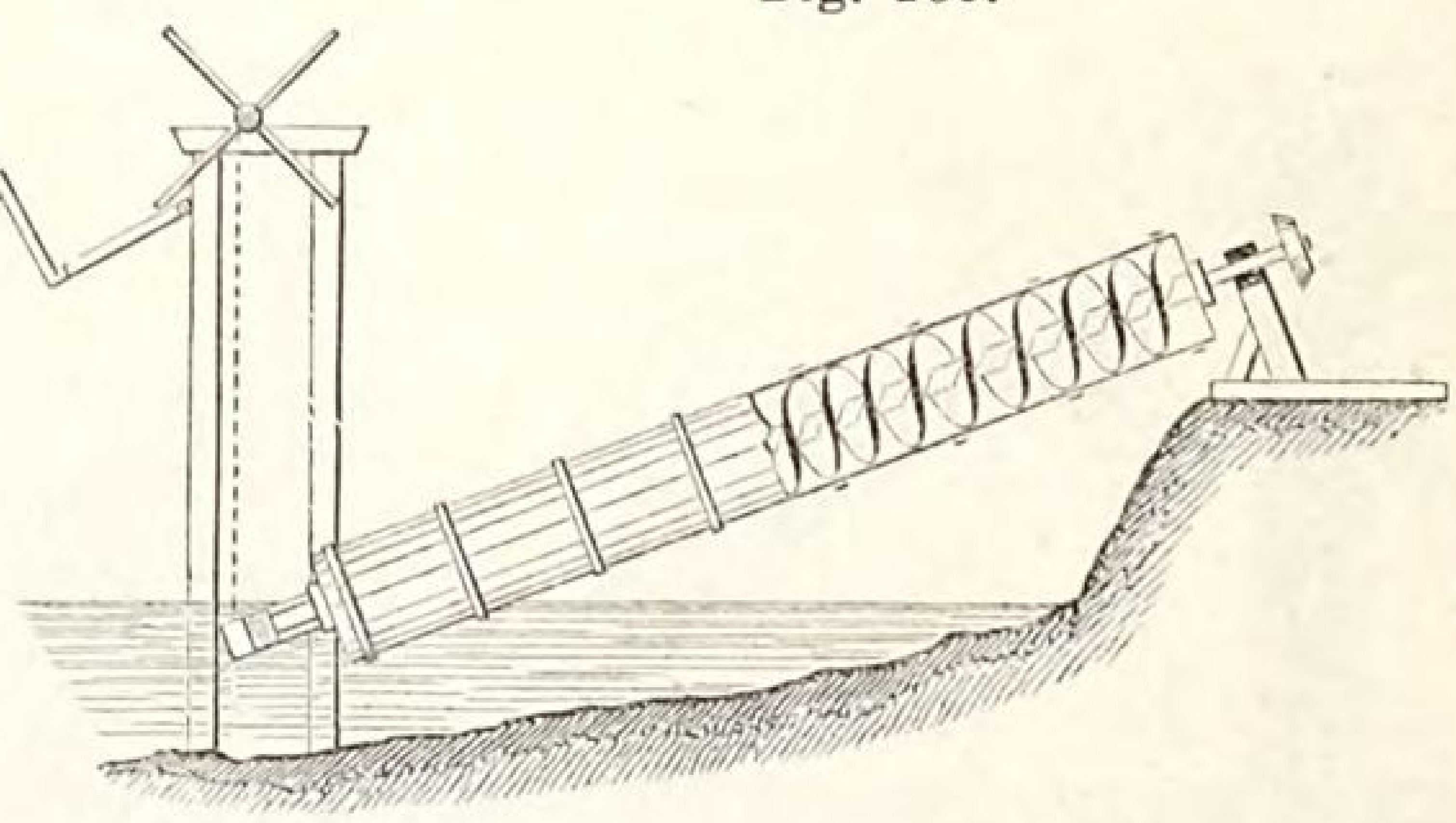


Fig. 285.



Bemerkenswerth dürfte sein, dass Salomon de Caus in seinem 1615 zu Heidelberg geschriebenen Werke [2]: „Ueber gewaltsame Bewegungen", 1. Buch, S. 5 (Theorema VII), die Wasserschnecke folgendermaasen beschreibt:

„Nimm eine bleierne oder kupferne Röhre, Fig. 284, von grösserer Länge, als du das Wasser zu heben begehrst, winde sie um einen geraden Cylinder von kreisförmigen Querschnitten und stelle letzteren hiernach so, dass seine Lage gleichsam die Richtung der Diagonale eines Quadrats annimmt. Dabei gehe das untere Ende der Achse im Wasser an einem Pfahl herum, während sich das obere Ende (dieser Achse) gegen eine Wand lehnt oder überhaupt so stützt, dass die Maschine von hier aus mit der Hand in Umdrehung gesetzt werden kann. Schöpft dann das untere Ende bei der Umdrehung Wasser, so steigt und fällt [3]) dasselbe so lange, bis es am oberen Ende herausläuft."

1) Bezeichnet α den Neigungswinkel der Spindelachse, so hat man hiernach

$$tg.\ \alpha = \frac{3}{4} = 0{,}75, \text{ so dass sich } \alpha = 36^0\ 52' \text{ herausstellt.}$$

2) Der vollständige Titel dieses Werkes lautet also: „Von gewaltsamen Bewegungen. Beschreibung etlicher, sowohl nützlicher als lustiger Maschinen". Von Salomon de Caus, Churfürstlich Pfälzischer Ingenieur und Baumeister. Erstlich in französischer, jetzund aber in unserer deutschen Sprache herausgegeben. Frankfurt bei Abraham Pacquart.

3) Unter der Voraussetzung, dass die Achse des Cylinders so geneigt ist,

Von dieser Anordnung der Wasserschnecke (wo die Spindel einen viel grösseren Durchmesser hat, als das spiralförmige Wasserrohr) dürfte man in der Praxis selten oder gar nicht Gebrauch gemacht haben, da die geförderte Wassermenge verhältnissmässig nur gering und die Reibung (das Anhängen) des Wassers an den Wänden der engen Röhre sehr gross sein muss, vielmehr scheint sie blos den betreffenden mathematischen Theorien der Wasserschnecke als Ausgangspunkt gedient zu haben [1]).

dass in jeder Rohrwindung immer ein Theil niedriger liegt, wie vorhergehende Theile, muss, wenn die untere Oeffnung des Schlangenrohres beim Umdrehen unter Wasser kommt (nach hydrostatischen Sätzen) ein Theil der ersten Windung mit Wasser angefüllt werden, und weil bei fortgesetzter Umdrehung der Maschine dieses Wasser nicht zurücktreten kann, so muss es so lange in die Höhe steigen, bis es am oberen Ende der Schlangenröhre ausfliesst. Ganz dasselbe findet auch statt, wenn man (nach der Beschreibung Vitruv's) rechtwinklige Schraubenflächen um die Spindel herumführt und dieselben durch einen cylindrischen Mantel von aussen begrenzt, d. h. eine Maschine wie die anordnet, welche in Fig. 285 skizzirt ist und Tonnenmühle genannt wird.

Eine hin und wieder ausgesprochene Ansicht, als höre die Tonnenmühle zu wirken auf, könne also kein Wasser fördern, sobald ihr unteres Ende mit der Mündung ganz unter Wasser liegt, so dass nicht jeder Gang abwechselnd Wasser und Luft schöpft, ist nicht richtig. Navier hat bereits in den Noten seiner Ausgabe der Belidor'schen Arch. Hydraul. Pg. 624, Note, §. 3, und ferner in seinem Résumé des leçons, troisième partie, Pg. 382 die beiden Fälle entsprechend beleuchtet, wenn das untere Ende der Tonnenmühle ganz unter Wasser steht, oder nur zum Theil unter Wasser gesetzt ist. Später hat Hagen (Handbuch der Wasserbaukunst, 1. Theil, S. 758) dieselbe Frage dahin beantwortet, „dass ein Unterschied nur insofern eintreten könne, als die einzelnen Gänge sich nicht so vollständig füllen, wie dies geschehen wäre, wenn sie schon durch die untere Mündung Luft geschöpft hätten. Eytelwein (Wasserbaukunst, Heft 2, S. 24, §. 82) räth deshalb, darauf zu sehen, dass die Schnecke (Tonnenmühle) mit ihrer Einmündung so gestellt werde, dass solche sowohl Wasser als Luft in der erforderlichen Menge schöpfen könne. Bei den von Köpke in Harburg mit Tonnenmühlen angestellten sorgfältigen Versuchen (Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. VI. 1860, S. 266 ff.) hat sich die Eytelwein'sche Behauptung von der Nothwendigkeit eines sogenannten Normalpunktes der Eintauchung (ungefähr so, dass der Wasserspiegel den höchsten Punkt der Spindel in der Grundebene des Mantels erreicht) nur bestätigt, wenn man die grösstmögliche Leistung erhalten will. Sobald Köpke die Schnecke ganz unter Wasser gehen liess, verringerte sich der Effect bedeutend.

1) Bemerkenswerthe Theorien der Wasserschnecke haben folgende Altmeister geliefert: Pitot in den Memoiren der Pariser Akademie von 1736. Daniel Bernoulli, Hydrodynamica. 1738. L. Euler in den Petersburger Commentarien von 1754 und 1755.

Das Vorzüglichste seiner Art ist jedoch Navier's Arbeit in dem bereits vorher citirten Résumé des Leçons. III. §. 232. Ergänzungen hierzu lieferte

Von den in der jetzigen Praxis vorkommenden Wasserschnecken wird später noch speciell gehandelt werden, während es hier genügen mag, zu bemerken, dass zur Zeit zwei Hauptgattungen benutzt werden, nämlich die sogenannte Tonnenmühle (Fig. 285) und die holländische Wasserschraube. Letztere ist von ersterer dadurch unterschieden, dass sie nicht ringsum von einem mit ihr fest verbundenen, mit ihr zugleich drehbaren Mantel umgeben ist, sondern nach einer Seite hin ganz frei liegt, nach der anderen (nach unten gekehrten) Seite hin aber in einem Troge (Kumm genannt), welcher unbeweglich bleibt, wenn sich die Spindel mit den Schneckengängen um ihre Achse dreht. Die Tonnenmühle ist daher transportabel, die Wasserschraube nicht. Auch auf diese Wasserschraube kommen wir weiter unten speciell zurück.

§. 16.

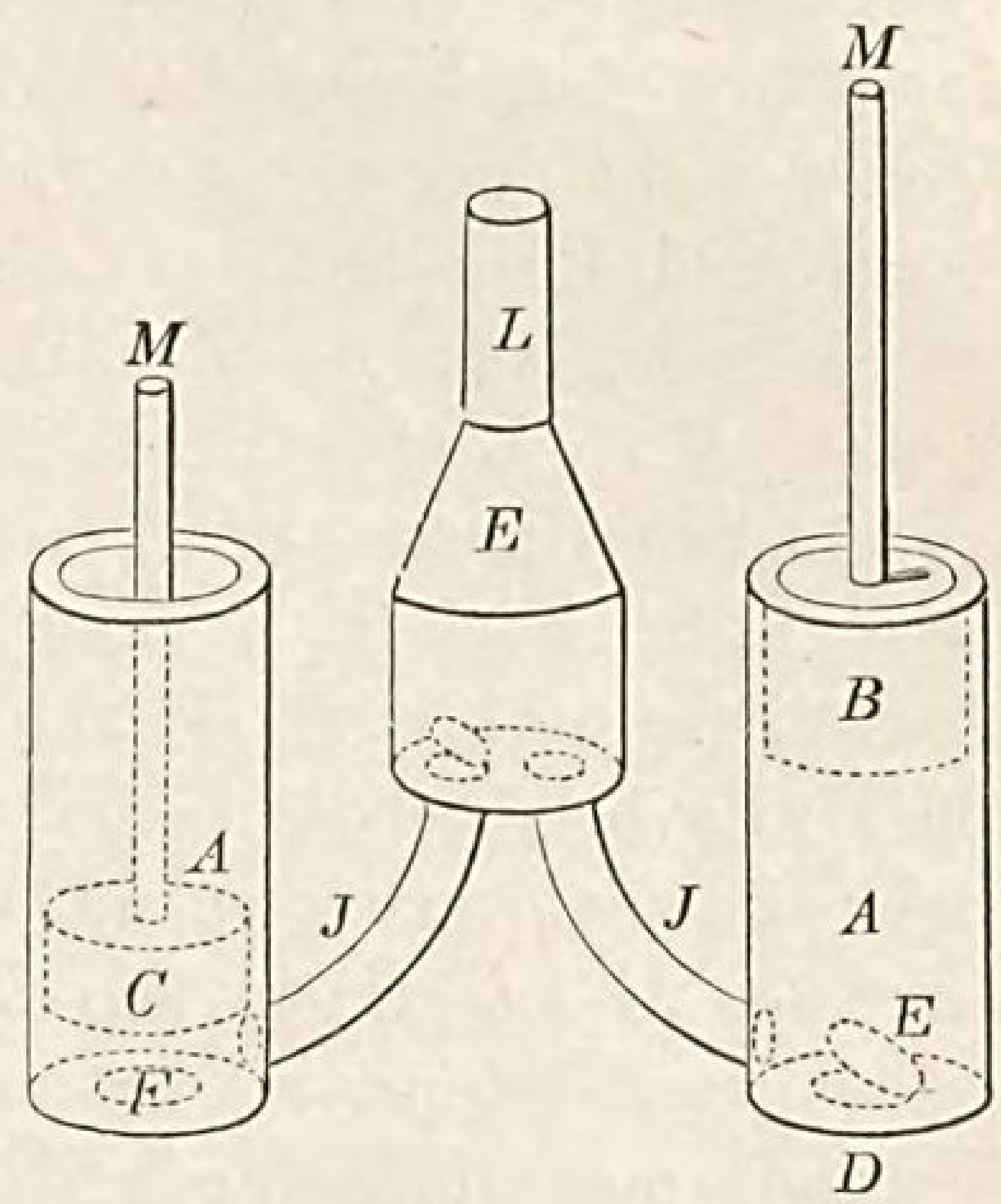
Immer noch Vitruv folgend, begegnen wir im X. Buche, Capitel XII seiner Baukunst der Wasserpumpe mit geliedertem Kolben in einem cylindrischen Stiefel, deren Erfindung er dem Griechen Ktesibius (150 v. Chr.) zuschreibt[1]) und welches Capitel in der Perrault'schen Uebersetzung die Ueberschrift trägt: „Von der Maschine des Ktesibius, welche das Wasser sehr hoch hebt."

Grahn im IX. Bande (1863) der Zeitschr. d. Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins, S. 276—292. Wir können hier nur eines der wichtigsten Ergebnisse dieser Theorien notiren, dahin gehend, dass Neigungs- und Steigungswinkel der Schnecke zusammen stets kleiner als 90 Grad sein müsse. Vitruv nahm bekanntlich diese Winkelsumme zu $36^0 52' + 45^0 = 81^0 52'$ an.

1) Beckmann in seiner Geschichte der Erfindungen, vierter Band, S. 430, behauptet, dass dieser Ktesibius zur Zeit des Philadelphus und Evergetes, also ungefähr ein paar Jahrhundert vor unserer Zeit, zu Alexandrien gelebt haben soll. — Der Erfindung der (hier) vereinigten Saug- und Druckpumpe ist offenbar die der Klystirspritze (von *κλυστὴς* das Klystir) vorausgegangen. Herodot erwähnt der Klystire an zwei Stellen seines 2. Buches (Euterpe). Einmal in Nr. 77 als Mittel zur Reinigung der Körper lebender Menschen und ein anderes Mal in Nr. 87 beim Einbalsamiren der menschlichen Leichen, um Oel und andere Stoffe in deren Bauch einzuspritzen. Wilkinson in seinem „Popular Account of the Ancient Egyptians", Vol. II. pag. 318, schreibt ohne Weiteres die Erfindung der Klystirspritze (the syringe) den Aegyptern zu, indem er sie auf vielen Sculpturen der ältesten (ägyptischen) Zeit dargestellt gefunden haben will. Wenn jedoch die Uebersetzung des Herodot (u. a. auch die dem Verfasser vorliegende deutsche von Lange, Berlin 1811) im ersten Buche (Klio) Nr. 193 als Bewässerungsmaschine der Babylonier die Pumpen anführt, so ist dies falsch, da im griechischen Originale das Wort: „*κηλώνειον*" (Keloneion) steht und dies keine andere Wasserfördermaschine als den Eimer mit Hebel oder den Brunnenschwengel, den „Schaduf" (S. 11 und 313) bezeichnet.

Die auch hier bei Vitruv fehlende Abbildung ergänzt Perrault, mit Bezug auf Figur 283, durch die in Figur 286 copirte Skizze[1]). Der Vitruv'sche Text lautet (auszugsweise) folgendermaassen: „Die Ktesibiusche Maschine besteht aus zwei (cylindrischen) Stiefeln oder Kolbenröhren *A A*, welche nahe beisammen stehen und 2 gabelförmige Kropf- oder Gurgelröhren *JJ* haben, die mit einander zusammenhängen, indem beide in einem Behälter (Windkessel?) *E* münden, in dessen Boden auf die oberen Oeffnungen der Röhren *J J* Klappenventile angebracht wurden. Oben wird das Gefäss (der Windkessel) *E* mit einer Decke (paenula) versehen, aus deren Mitte sich die Steigröhre (tuba) erhebt. In der Mitte eines jeden Bodens der Stiefel sind ebenfalls (sich nur nach oben hin öffnende) Klappenventile *E* und *F* angebracht, während man in den Stiefeln selbst massive, gut schliessende Kolben *B* und *C* angeordnet hat, die abwechselnd an Stangen *M* auf- und abgezogen werden können.

Fig. 286.



Wenn in dem zur rechten Hand in Fig. 286 liegenden Stiefel der Kolben *B* in die Höhe gezogen wurde und durch das Ventil *E* Luft und Wasser in den Stiefel trat, so wurde gleichzeitig der zweite Kolben *C* (im Stiefel links) niedergedrückt und da hier das Wasser durch das dann verschlossene Ventil *F* nicht zurückweichen konnte, solches in der zugehörigen Kropfröhre *J* in die Höhe nach *E* getrieben.

Mit Hülfe der in *E* befindlichen Luft wird endlich das Wasser gezwungen durch die Steigröhre *L* hoch in die Luft zu spritzen[2])."

Die Kolbenpumpe ist jedenfalls eine griechische Erfindung und ihr Name von dem griechischen Worte πέμπο (pempo) wegschicken, werfen, schleudern hergenommen. Da dies Wort auch Geleit, Schaupracht, Gepränge bedeutet, so darf man sich nicht wundern, wenn noch heute in der französischen Sprache unter pompe-funèbre ein Leichengepränge verstanden wird.

1) Ganz dieselbe Skizze findet sich auch in der deutschen (guten) Uebersetzung von Rode, Leipzig 1796, Tafel XIX.

2) Perrault giebt in einer mit Nr. 8 bezeichnten Note auf S. 318 seiner Uebersetzung eine noch andere (richtigere) Skizze des Gefässes *E*, sobald dies ein sogenannter Windkessel, d. h. ein Behälter für atmosphärische Luft gewesen sein soll, welche vermöge ihrer Elasticität durch das ankommende Wasser erst zusammengedrückt wird, nach Aufhören des Druckes aber bestrebt ist, sich wieder auszudehnen und so auf das zu fördernde Wasser einen Druck ausübt, wenn keiner der Kolben (was beim Wechseln des Auf- und Abganges Statt hat) gegen das Wasser zu pressen vermag. Natürlich hat hierzu Perrault nicht unterlassen, das Steigrohr *L* soweit über den Boden des dann wirklich als Windkessel

Beckmann ist (a. a. O. S. 431) der Ansicht, dass Ktesibius schon selbst den Gedanken gehabt habe, sein Druckwerk zur Feuerspritze zu machen, d. h. in der Fortsetzung am äussersten Ende des Steigrohres *L* ein conisch-convergentes Ausgussrohr mit Mundstück von kleinem Durchmesser anzubringen, wodurch das Wasser nicht ausgegossen, sondern weithin geworfen wird. Bestätigt wird dies allerdings dadurch, dass Ktesibius' Schüler, Hero von Alexandrien, im XXVII. Capitel seines (bereits citirten) Buches „Von Luft- und Wasserkünsten" (S. 66 der Carion'schen Uebersetzung) vom Gebrauche der Feuerspritze bereits ausdrücklich redet und die Anordnung einer sogenannten Stossspritze mit zwei einfach wirkenden Pumpen lehrt. In der von Hero beigegebenen Abbildung findet man die Kolbenstangen beider Pumpen an einem und demselben Balancier aufgehangen, kurz das Grundprincip der heutigen, durch Menschen zu betreibenden Feuerspritzen genau dargestellt. Zweifelhafter ist allerdings, ob man zu Hero's Zeiten schon allgemein Gebrauch von den Feuerspritzen gemacht und ob namentlich das alte Rom diese vortheilhafte Maschine gekannt habe. Unter Anderem meldet Plinius der Jüngere[1]), dass die Stadt Nicodemien in Bithynien grösstentheils deshalb abgebrannt sei, weil es an den nöthigen Löschgeräthen gefehlt habe. Eine Vorrichtung, Sipho mit Namen, scheint die Feuerspritze des Ktesibius gewesen zu sein. Im vierten Jahrhundert (n. Chr.) verstand man zweifellos unter Sipho eine eigentliche Feuerspritze, worüber Beckmann[2]) ausführlich berichtet. Im Oriente soll man sogar (ebenfalls nach Quellen, welche der letztgenannte Geschichtsschreiber anführt) Spritzen zur Erregung von Feuersbrünsten in Anwendung gebracht haben. Hierzu scheint eine eigenthümliche Flüssigkeit unter dem Namen des griechischen Feuers (vom Baumeister Callinicus aus Heliopolis 678 erfunden) verwandt worden zu sein, die man auf feindliche Schiffe und Werke spritzte und damit Zündungen erzeugte[3]).

dienenden Gefässes *E* hinabzuführen, dass das geförderte Wasser der Pumpe dies untere Ende ganz bedeckt und die über dem Wasserspiegel vorhandene Luft (im oberen Theile des Gefässes *E*) völlig abgesperrt ist.

1) Epistel 42, Lib. 10, und Beckmann a. a. O. S. 433.

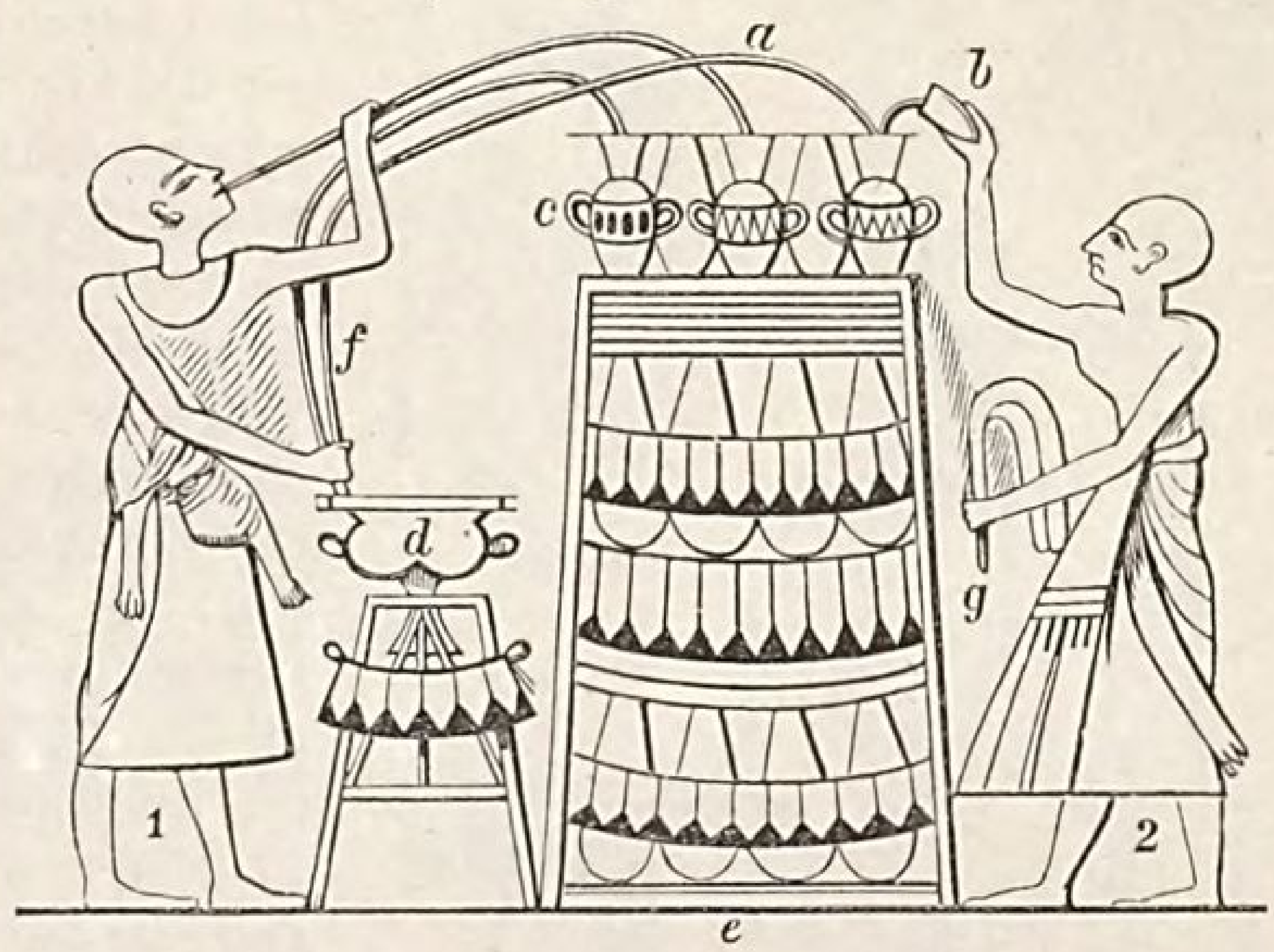
2) Nach Beckmann a. a. O. S. 436.

3) Wir können diesen Theil der Geschichte von der Erfindung der Wasserpumpen mit Kolben nicht verlassen, ohne noch auf zweierlei aufmerksam gemacht zu haben. Erstens, dass die den Aegyptern zweifellos bekannt gewesene

Die Verwendung der Pumpen zur Abführung, Emporhebung (Gewältigung) der sich unterirdisch beim Bergbau ansammelnden Wässer scheint nach Mathesios[1]) und Agricola[2]) zuerst im sächsischen und böhmischen Erz-

Klystirspritze doch noch keine Pumpe für tropfbare Flüssigkeiten war, indem hier die Flüssigkeit durch dieselbe Oeffnung eingesogen und nachher auch ausgetrieben wurde und ferner diesem Apparate die wesentlichsten Theile einer Pumpe, nämlich die Ventile, fehlten. Zweitens, dass den Aegyptern der Heber und seine Verwendung bereits bekannt war, wie u. A. die hier folgende Fig. 287 lehrt, welche sich an monumentalen Ueberresten Thebens findet. (Nach unserer Quelle Wilkinson, The ancient Egyptians, Vol. II. pag. 318, 1430 v. Chr.) Von zwei Priestern giesst der eine Flüssigkeiten in Gefässe aus, während der andere unter Verwendung von Hebern die er mit dem Munde ansaugt, dadurch die Flüssigkeit wieder heraushebt und in ein grösseres Sammelgefäss laufen lässt. Wahrscheinlich schied man auf solchem Wege reines Nilwasser von mitführenden, in demselben aufgelöste Substanzen ab, indem man sowohl jede Neigung der Gefässe, als auch das Ausschöpfen mit Handbechern vermeiden musste, um das Wasser nicht wieder zu trüben.

Fig. 287.



Schliesslich werde noch erinnert, dass man mit Hebern zwar Flüssigkeiten über Höhen, nicht aber auf Höhen heben kann. Ausführlich über die Gesetze des Hebers und deren Verwendung zu verschiedenen technischen Zwecken wird u. A. auch vom Verfasser in dessen Hydrodynamik §. 56 ff. (2. Auflage) gehandelt.

Daselbst werden auch folgende Sätze bewiesen, auf welchen die Wirkung eines Hebers beruht:

a. Die Druckkraft, welche pro Flächeneinheit gegen die betreffende Flüssigkeit wirkt und diese zum Fliessen bringt, wird durch das Gewicht einer Flüssigkeitssäule gemessen, die den Abstand der Ausflussöffnung vom Wasserspiegel im Gefässe zur Höhe hat.

b. Es findet so lange ein Abfluss durch den Heber statt, als die Ausflussöffnung noch tiefer wie der Wasserspiegel im Gefässe liegt.

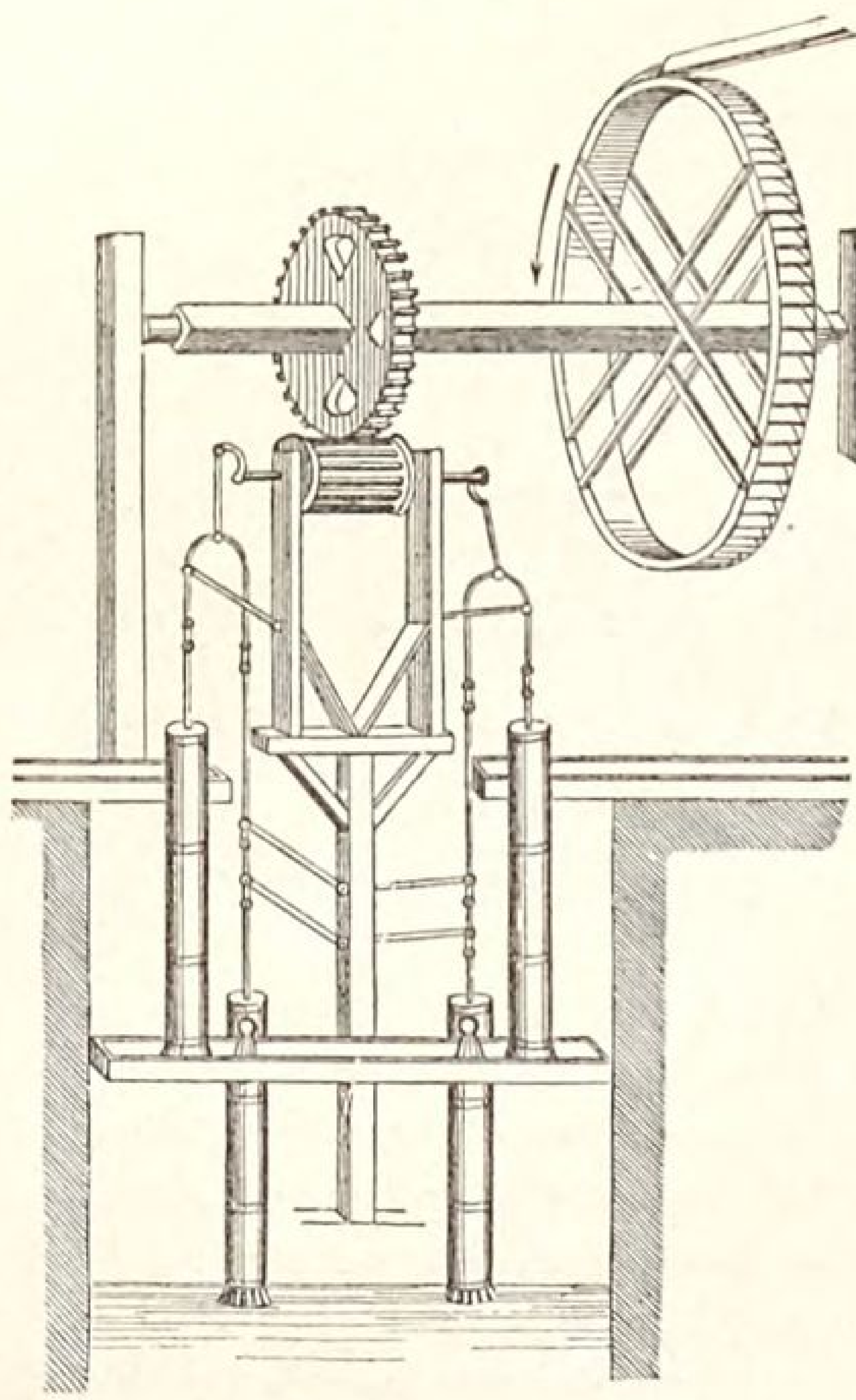
1) Mathesios, Bergpostille oder Sarepta. Darinnen von allerley Bergkwerk und Metallen bericht gegeben wird. Sampt der Joachimsthalischen kurzen Chroniken, bis auf das 1578 jar. 2. Aufl. Nürnberg 1587. Insbesondere S. 132a.

2) Agricola, De re metallica. Basiliae 1621. (Geschrieben, nach der Vorrede, 1550.) Liber sextus. Pag. 131 und 147.

gebirge, nachher aber auch beim Bergbaue des Harzes[1]) stattgefunden zu haben.

Anfänglich bediente man sich hierzu der verticalen Eimerwerke (Norias), die man durch Menschen, an Hornhaspeln oder in Laufrädern arbeitend, oder auch durch Wind- und Wasserräder in Bewegung setzte und Heintzenräder nannte. Abbildungen hiervon finden sich in dem unten citirten Werke Agricola's, ferner, wie bereits S. 324 berichtet wurde, in dem Napoleon'schen Werke „Description de l'Égypte". Auch von den erst in späterer Zeit benutzten Pumpen, in sogenannten Kunstsätzen angeordnet, finden sich bei Agricola Abbildungen, denen wir die Fig. 288 entlehnten[2]). Man erkennt dabei, dass der Motor ein oberschlägiges Wasserrad ist, dessen Umdrehgeschwindigkeit, vergrössert durch ein Zahnrad- und Triebstock-Vorgelege, auf eine horizontale Welle übergetragen wird, deren äusserste Enden mit Krummzapfen ausgerüstet sind, die unter Einschaltung von Lenkstangen auf die Pumpengestänge wirken. Da man mit derartigen Pumpen das Wasser noch nicht ganz auf 10 Meter ansaugen kann[3]), so sind hier zwei sogenannte „Pumpensätze" über einander angebracht, wovon der obere Satz das gehobene Wasser des unteren ansaugt und schliesslich auf die beabsichtigte Höhe fördert. Aufmerksam zu machen dürfte noch auf den Umstand sein, dass hier die Kolben der Pumpen durchbrochen und mit Ventilen ausgestattet sind, während bei Ktesibius die Kolben massiv undurchbrochen waren. Man pflegt derartige Pumpen Saug- oder Hebepumpen zu nennen.

Fig. 288.



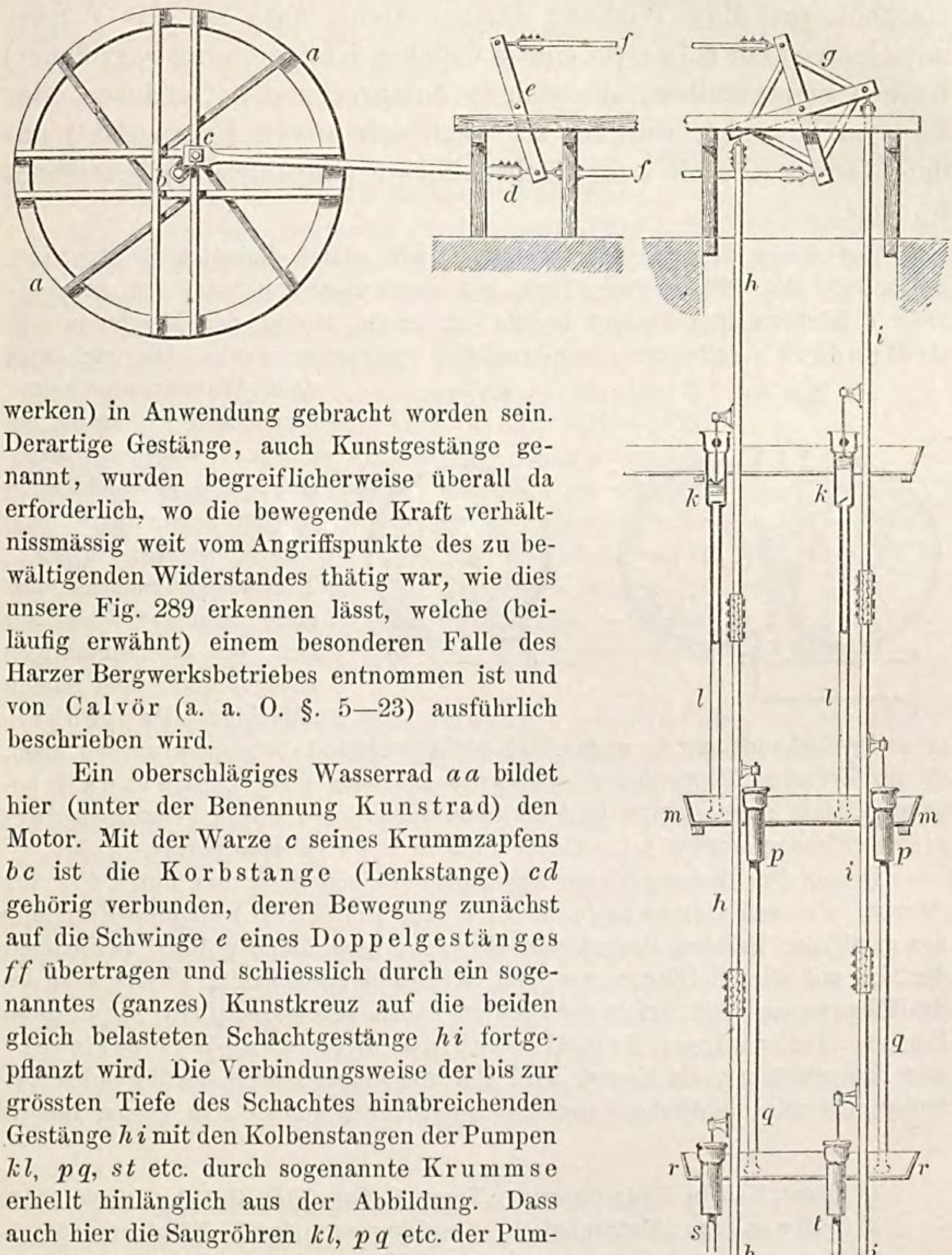
1) Calvör, Historisch-chronologische Nachricht etc. des Maschinenwesens und der Hilfsmittel bei dem Bergbaue auf dem Oberharze etc. 1. Theil. Braunschweig 1763. 2. Abthlg.: „Von den Künsten, die Wasser auf die Stollen zu erheben."

2) Auch die Engländer erkennen die continentalen (sächsischen, böhmischen etc.) Bergleute als die an, welche zuerst Pumpen zur Wassergewältigung in Bergwerken benutzten. Man sehe deshalb Taylor's Arbeit in den Instit. of Mech. Engineers Proceedings 1859, pag. 15 ff. unter der Ueberschrift: „On the progressive application of machinery to mining purposes."

3) Rühlmann, „Hydromechanik." S. 125 ff.

Nach Calvör (a. a. O. Thl. I. §. 3) sollen Pumpwerke mit sogenannten Stangenkünsten, Fig. 289, für Bergwerkszwecke (zum Betriebe der Wasserhaltungsmaschinen) zuerst 1550 zu Joachimsthal (bei böhmischen Silberberg-

Fig. 289.



werken) in Anwendung gebracht worden sein. Derartige Gestänge, auch Kunstgestänge genannt, wurden begreiflicherweise überall da erforderlich, wo die bewegende Kraft verhältnissmässig weit vom Angriffspunkte des zu bewältigenden Widerstandes thätig war, wie dies unsere Fig. 289 erkennen lässt, welche (beiläufig erwähnt) einem besonderen Falle des Harzer Bergwerksbetriebes entnommen ist und von Calvör (a. a. O. §. 5—23) ausführlich beschrieben wird.

Ein oberschlägiges Wasserrad *aa* bildet hier (unter der Benennung Kunstrad) den Motor. Mit der Warze *c* seines Krummzapfens *bc* ist die Korbstange (Lenkstange) *cd* gehörig verbunden, deren Bewegung zunächst auf die Schwinge *e* eines Doppelgestänges *ff* übertragen und schliesslich durch ein sogenanntes (ganzes) Kunstkreuz auf die beiden gleich belasteten Schachtgestänge *hi* fortgepflanzt wird. Die Verbindungsweise der bis zur grössten Tiefe des Schachtes hinabreichenden Gestänge *hi* mit den Kolbenstangen der Pumpen *kl*, *pq*, *st* etc. durch sogenannte Krummse erhellt hinlänglich aus der Abbildung. Dass auch hier die Saugröhren *kl*, *pq* etc. der Pumpen kürzer als 10 Meter sein müssen, versteht sich nach dem Vorhergehenden von selbst.

Lange Zeit musste vergehen, ehe man anfing, sich mit beachtenswerthen Veränderungen und wahren Verbesserungen der

Wasserpumpen zu beschäftigen. Erst im 17. Jahrhundert treten derartige Bestrebungen erfolgreich auf und zwar gewannen zunächst diejenigen Wasserfördermaschinen einige Geltung, welche man noch heute mit dem Namen „Rotationspumpen“ bezeichnet, weil ihre Wirkung darin besteht, dass sie das Wasser mittelst rotirender (in continuirlicher Kreisdrehung begriffener) Kolben emportreiben, die sich in entsprechenden Gehäusen oder Kapseln bewegen, weshalb sie auch schon von Leupold[1]) mit den Namen Kapsel- oder Büchsenkünste (Kapselräder) bezeichnet wurden.

Von dieser Maschinenclasse notiren wir zuerst diejenige Construction, welche, wie Fig. 290 erkennen lässt, aus zwei zusammengreifenden, zahnradartigen Körpern besteht und bereits im ersten Bande der Maschinenlehre als Mundock's rotirende Dampfmaschine besprochen wurde. Hiernach wird sie als Wasserpumpe keiner besonderen Erklärung bedürfen, wogegen nachstehende geschichtlichen Erörterungen nicht ohne Interesse sein dürften. Thatsache ist zunächst, dass diese Maschine schon zur Zeit des dreissigjährigen Krieges unter dem Namen „Machina Pappenheimiania“ bekannt war[2]), ungeachtet nicht bestimmt behauptet werden kann, ob ihr Erfinder „Pappenheim“ geheissen hat oder nicht[3]). Ewbank[4]) behauptet, dass diese Pumpe (mit Zwillingskolben) von einem Franzosen Servière erfunden worden sei, welcher 1593 in Lyon geboren wurde.

Fig. 290.

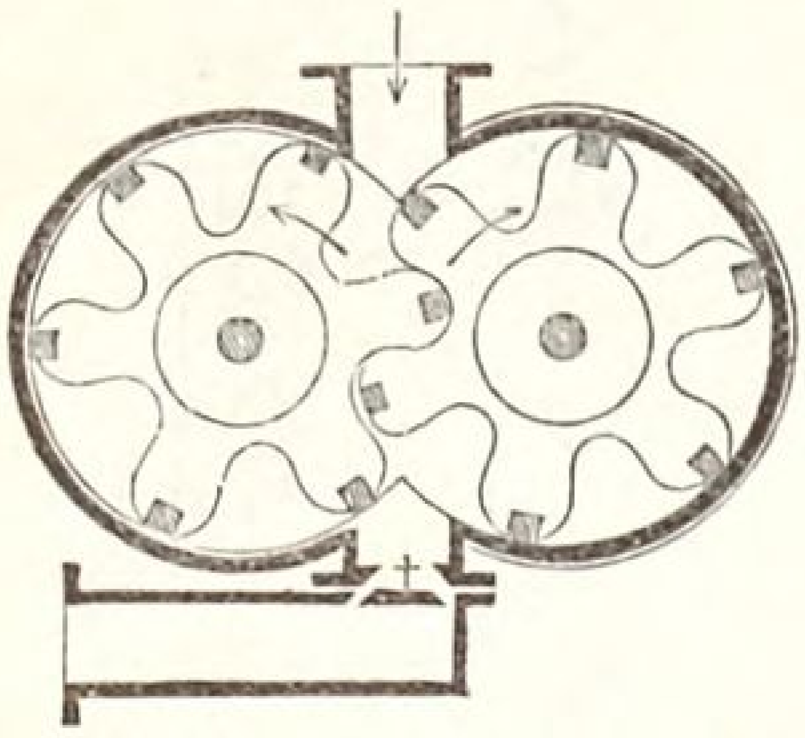
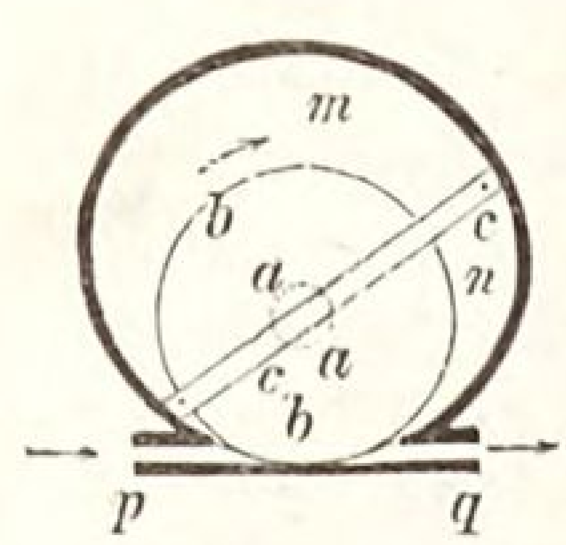


Fig. 291.



Die zweite hierhergehörige Maschine desselben Zeitalters, durch Fig. 291 skizzirt, wird von Leupold (a. a. O. S. 125, Tab. XLVII.) als eine Erfindung des englischen Prinzen Rupert oder Ruprecht (geb. 1609, † 1682) bezeichnet, der sich mit allerlei Dingen aus dem Gebiete der Mechanik, Physik und des Schiffsbauwesens mit Erfolg beschäftigt haben soll. Leupold nennt diese Pumpe „die andere Kapselmaschine oder den Wasserriegel.“ Der Pumpenkörper, die Kapsel, wird hier von einem hohlen, festliegenden Cylinder mm mit elliptischem (ovalem) Querschnitte gebildet, in dessen Innern

1) Theat. Machin. Hydraulicarum, Tomus I. Cap. XIII. S. 123. Leipzig 1724.

2) Schwenter, „Mathematische Erquickungsstunden.“ Nürnberg 1636.

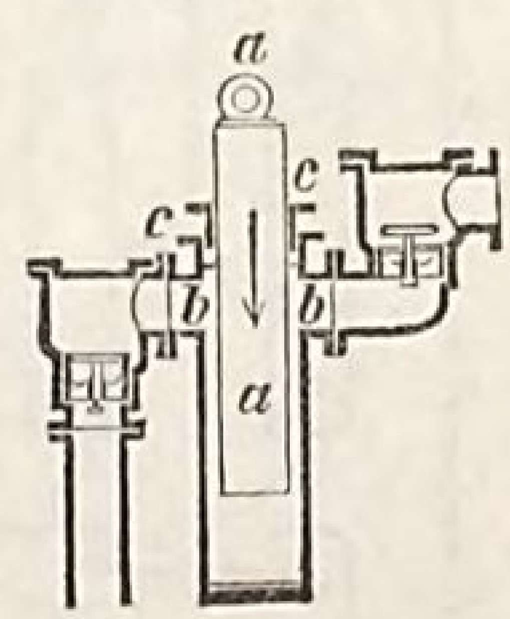
3) Man sehe auch Reuleaux's empfehlenswerthe Arbeit: „Ueber die Kapselräder“ in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen. 47. Jahrgang (1868), S. 44.

4) A Descriptive and Hystorical Account of Hydraulic and other Machines for Raising Water. New-York 1856, pag. 285.

sich ein massiver Kreiscylinder *bb* excentrisch zu *mn* um eine Achse *a* dreht, wobei er sich an der untersten Stelle von *mn* dicht an die Wand legt. Durch eine Mittelöffnung in der ganzen Länge des sich drehenden Cylinders ist ein plattenförmiger Schieber (Riegel) *cc* gesteckt, der sich bei der continuirlichen Drehung von *bb* ungehindert verschieben kann und dabei doch immer mit seinen Enden (in welche Lederstreifen als Dichtungsmittel eingelegt sind) die inneren Wände von *mn* berührt. Um die gedachte Verschiebung des Riegels *cc* in gehöriger Weise für den beabsichtigten Zweck zu bewirken, ist derselbe in seiner Mitte mit einem (in unserer Skizze weggelassenen) Längenschlitze versehen, in welchem ein viereckiger Zapfen passt, der mit dem Cylinder *bb* fest verbunden ist, also an der Drehung des letzteren Theil nimmt. Die Wirkungsweise dieser Pumpe wird keiner besonderen Erklärung bedürfen.

Von beiden hier erörterten Drehpumpengattungen (mit zwei Kolben oder mit einem Kolben) gilt übrigens noch heute (da man sie bald da, bald dort immer wieder gern als etwas Neues auftischt) dasselbe, was Leupold bereits vor 150 Jahren urtheilte: „Das Fundament ist theoretisch ganz richtig, allein die Friction macht das Werk sehr schwer und reibt sich daher leicht aus."

Fig. 292.



Ungemein praktisch und lobenswerth war dagegen die zuerst 1674 von Morland[1]) (Bd. I, S. 397, Note 2, erste Auflage und S. 492 zweite Auflage) getroffene Anordnung in Fig. 292 statt der niedrigen Pumpenkolben mit Hanf- oder Lederdichtung, lange, völlig glatt abgedrehte Kolben *a* ohne Liderung herzustellen, die Dichtung oder Packung *b* aber am oberen Ende des Kolbencylinders (Stiefels) in einer Erweiterung mit sogenannter Stopfbüchse (mit Hanf- oder Lederdichtung, durch eine Drückung *c* geregelt) zu placiren.

Man pflegt derartige Kolben Taucher- oder Mönchskolben (englisch Plonger) zu nennen. Die Liderung dieser Kolben ist leichter zugänglich und in Stand zu halten, als wenn sie unmittelbar mit dem Kolben selbst verbunden ist, ferner fallen die Kolben weniger ins Gewicht, indem man sie als Röhren ausführen kann u. dgl. m.

So weit wir jetzt in der Geschichte der Wasserpumpen gelangt sind, waren diese immer nur einfach wirkende, indem sie entweder (als sogenannte Druckpumpen), wie bei Ktesibius und Morland, mit massiven Kolben ausgestattet beim Aufgange des letzteren nur ansogen, beim Niedergange aber förderten (drückten), oder, als Saug- oder Hebepumpen[2]) ausgeführt waren, wie bei den Bergwerkspumpen nach Calvör (Fig. 289), wo sie beim Aufgange des Kolbens Wasser ansogen und förderten, während beim Niedergange das Saugventil im obersten (höchsten) Ende des Saugrohres geschlossen wurde und

1) Patent Specification auf Sir Samuel Morland lautend, Nr. 175, datirt vom 14. März 1674. Auch in Ewbank's wiederholt genanntem Werke, pag. 273, besprochen.

2) Der Verfasser kann die gewöhnliche Eintheilung der Pumpen in Saug-, Hebe- und Druckpumpen nicht gut heissen, da es keine derartige Pumpen ohne Saugwirkung giebt!

lediglich Wasser durch den durchbohrten und ebenfalls mit Ventilen zu schliessenden Kolben hindurchtrat.

Eine doppelt wirkende Pumpe, d. h. eine solche zu erfinden, welche sowohl beim Aufgange wie Niedergange (Hin- oder Hergange) des Kolbens eine gleiche Wassermenge ansaugt und fördert, gelang erst 1716 dem französischen Akademiker De la Hire, der solche auch am 5. December desselben Jahres der Pariser Akademie bekannt machte[1]) und das betreffende Memoire mit einer Zeichnung begleitete, wovon Fig. 293 eine (dem Principe treue) Copie ist. Es sind hier vier Ventile und ein massiver, nicht durchbrochener Kolben vorhanden. Oeffnen und Schliessen der Ventile geschieht stets in diagonaler Richtung (über Kreuz), so dass bei dem in unserer Figur gedachten Aufgange des Kolbens das untere Ventil links geöffnet ist und durch dessen Oeffnung das Wasser eintritt, welches der Kolben ansaugt, während durch das obere ebenfalls geöffnete Ventil rechts Wasser empor gehoben wird, die beiden anderen, in diagonaler Richtung liegenden Ventile aber geschlossen sind. In weiterer Verfolgung der geschichtlichen Entwickelung der Pumpen werden wir erkennen, dass seit De la Hire bis jetzt, das ist nach einer Zeit von mehr als $1\frac{1}{2}$ Jahrhunderten, noch keine bessere doppelt wirkende Pumpe erfunden wurde, vielmehr alle späteren sogenannten Erfinder und Verbesserer das De la Hire'sche Grundprincip beibehalten mussten!

Fig. 293.

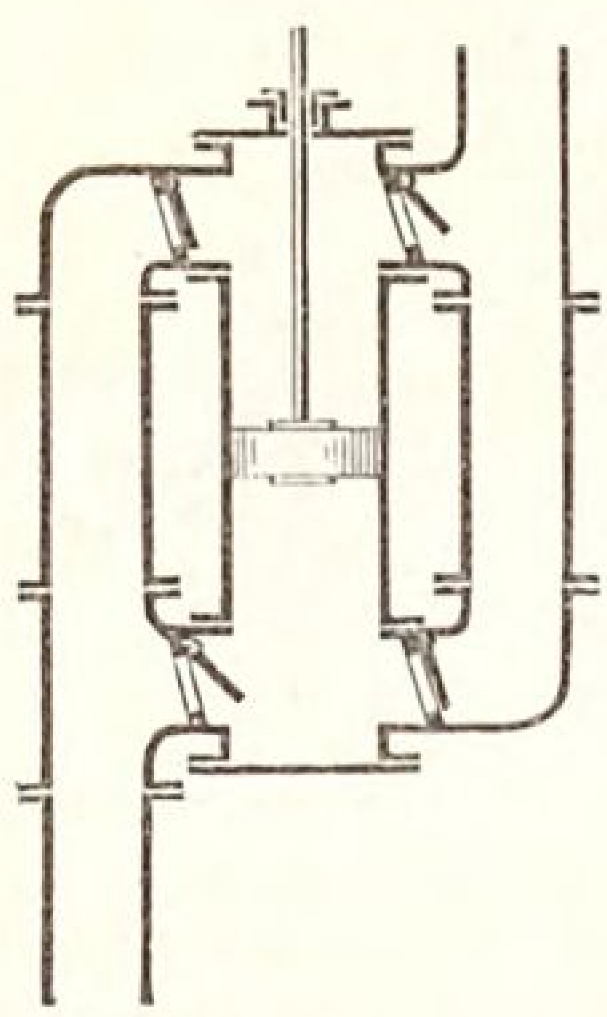
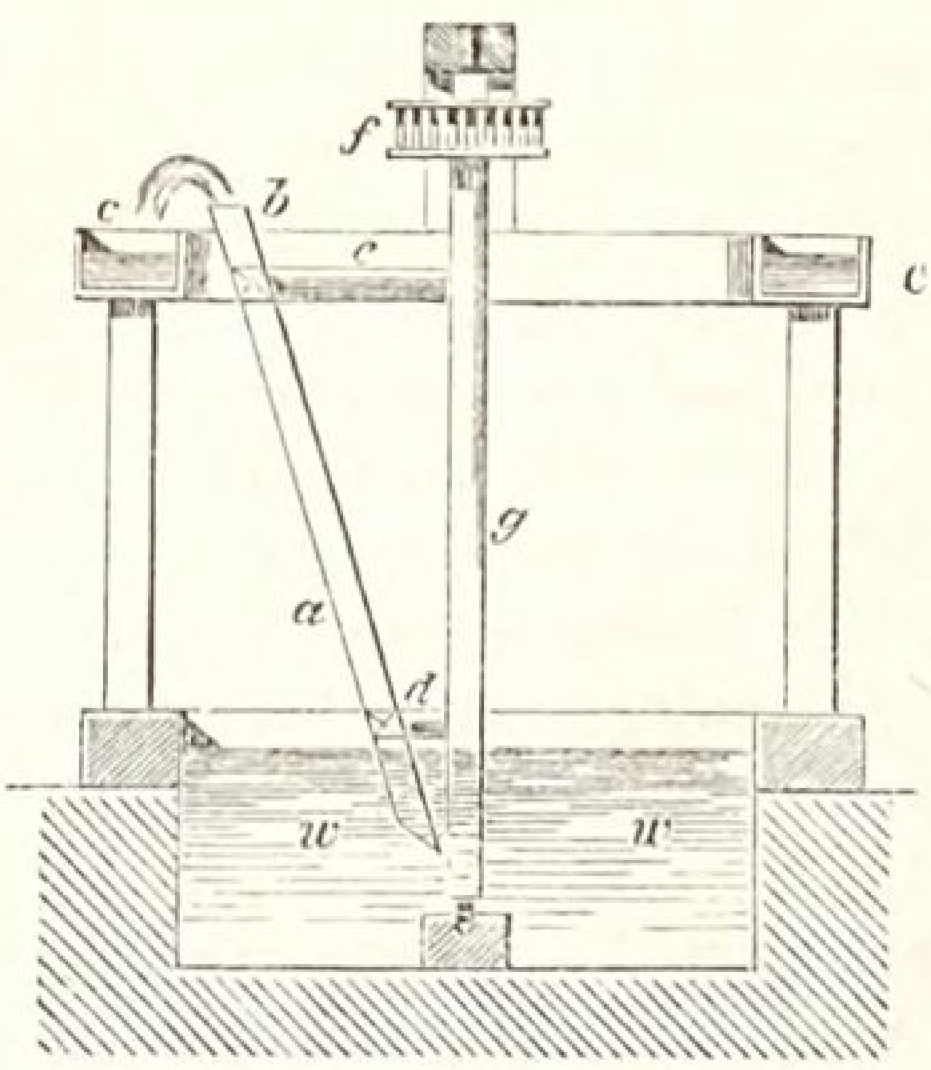


Fig. 294.



Wie immer vortrefflich aber die De la Hire'sche Pumpe auch zu nennen war, einen völlig continuirlichen Ausguss des geförderten Wassers konnte dieselbe doch nicht schaffen, so höchst wünschenswerth dies für manche Zwecke der Anwendung auch war.

Um Letzteres zu erreichen, kam man auf neue Pumpenanordnungen mit continuirlicher Drehbewegung betreffender Körper zurück, brachte jedoch dabei (zum Unterschiede der Wirkungsweise der vorher erörterten Pumpen mit rotirenden Kolben) die sogenannte Centrifugalkraft in Anwendung. Die erste derartige Maschine datirt vom Jahre 1732, wo solche in der oben skizzirten Anordnung (Fig. 294) von Demour in dem „Recueil des machines approuvées par l'Académie royale des sciences“[2]) bekannt gemacht und erläutert

1) Mémoires de l'Académie royale des sciences, de l'année 1716, pag. 322. Paris 1718.

2) Tome sixième. Depuis jusqu'en 1734. Pag. 11. Paris 1735.

wurde. Hierbei ist *g* eine vertical stehende Welle, welche unten in dem zu fördernden Wasser läuft und ihren Antrieb von oben durch geeignetes Räderwerk *f* etc. erhält. Mit der Welle *g* ist bei *d* und *e* eine schräg gerichtete Röhre *ab* verbunden, die mit ihrem unteren Ende ebenfalls in das Unterwasser *w* taucht. Ein auf gehörigen Ständern ruhendes Sammelbassin *cc* umgiebt kreisförmig die ganze Maschine. Versetzt man nun die Welle *g* in schnelle Umdrehung, so wird durch diese Bewegung die sogenannte Centrifugalkraft hervorgerufen, welche zuerst die atmosphärische Luft aus der Röhre *ab* treibt, der jedoch bald, veranlasst durch den Druck der äusseren Luft auf die Oberfläche des Wassers in *w*, das Wasser nachfolgt und bei *b* zum Ausgusse in das Bassin *cc* gelangt, sobald die Umdrehgeschwindigkeit eine der Steighöhe entsprechende Grösse erlangt hat.

Man erkennt bald, dass diese Centrifugalpumpe auch als das bereits Bd. 1, S. 303 erste Auflage und S. 364 zweite Auflage beschriebene, nur umgekehrte Segner'sche Wasserrad betrachtet werden kann.

In demselben Bande des citirten „Recueil" von 1732 findet sich auf pag. 13 Beschreibung und Abbildung eines zweiten solchen Rades unter der Ueberschrift: „Machine pour élever de l'eau par une force centrifuge." Von der Abbildung ist Fig. 295 eine Copie, welche unverkennbar an die Centri-

Fig. 295.

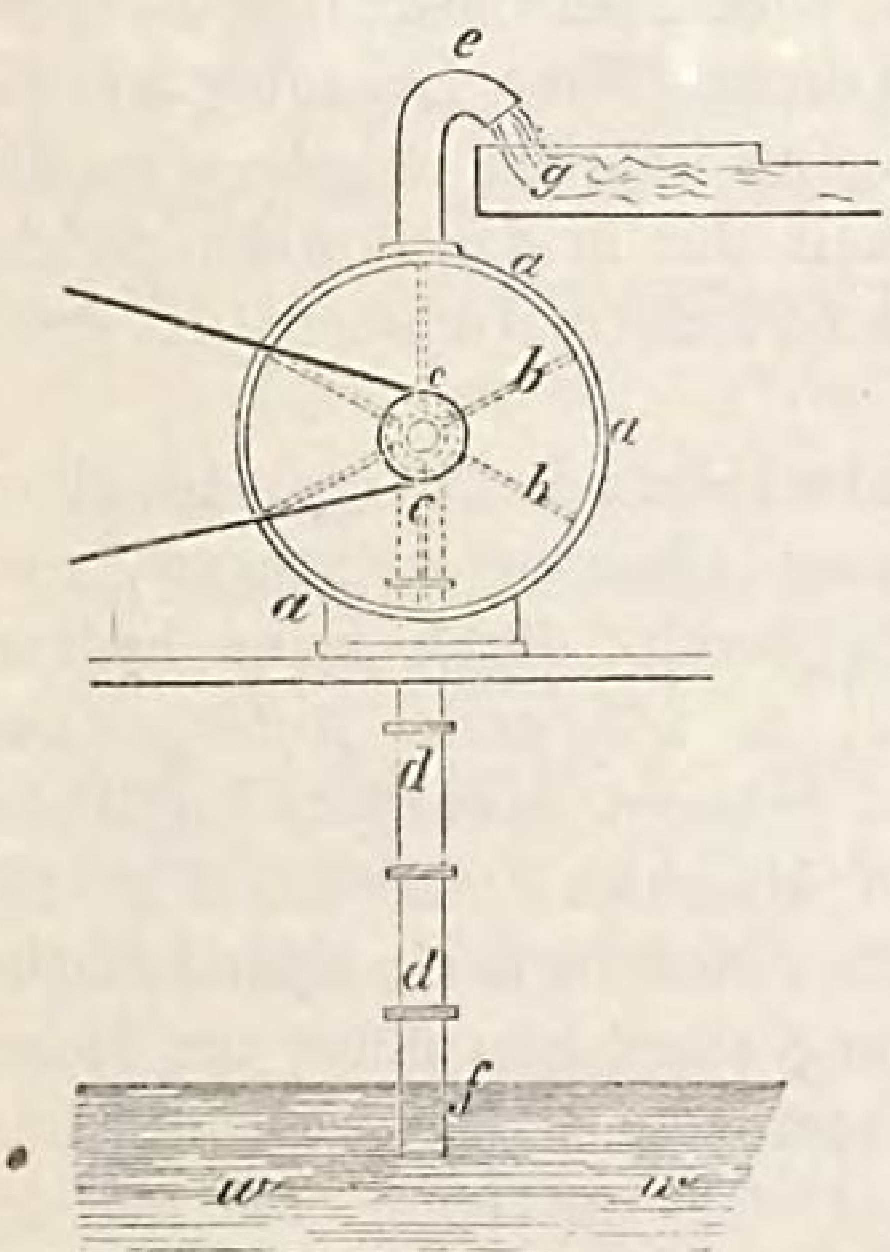
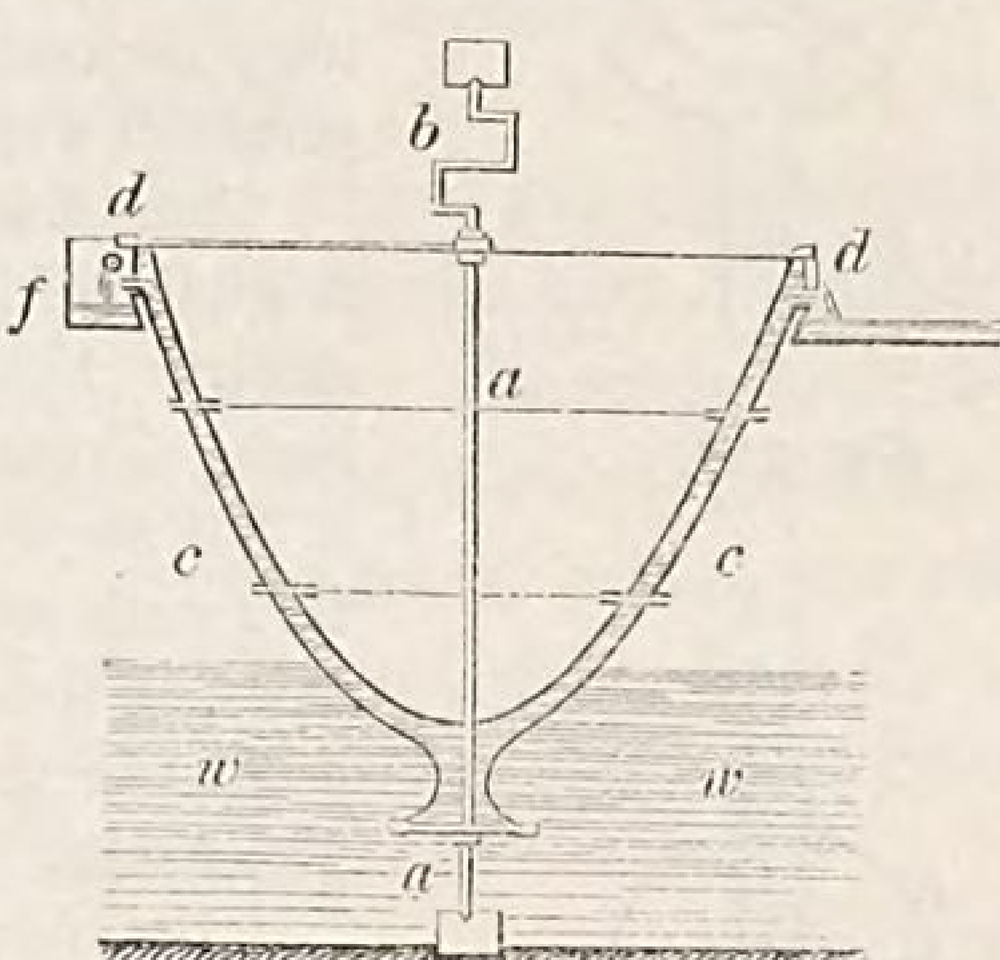


Fig. 296.



fugalpumpen der Gegenwart erinnert und wovon später ausführlich die Rede sein wird. In einem festliegenden Kreiscylinder von geringerer Länge (in einer Trommel) *aa* mündet in der Mitte *cc* um seine horizontal gerichtete Achse herum das Saugrohr *df* der Pumpe, während oben an der höchsten Stelle der Trommel *aa* das Steig- und Ausgussrohr *eg* des Wassers angebracht ist. Im Innern der Trommel sind sechs Arme oder Flügel *bb* sichtbar, die auf einer horizontal gerichteten (durchgehenden) Welle befestigt sind, während auf derselben Welle, ausserhalb der Trommel, die passive Scheibe eines Schnur-(Seil-) Betriebes sitzt, dessen active Scheibe (in der Abbildung unserer Quelle) auf der Welle eines Schwungradvorgeleges mit Handkurbel festgekeilt ist. Die

ganze Anordnung in Verbindung mit den sonstigen Dispositionen erinnert überhaupt an die Betriebsweise (mittelst Schwungradvorgelege) der Steine unserer Handmesserschleifer, gewisser Handdrehbänke (ohne Fusstritte) etc. Durch schnelle Umdrehung der Scheibe *c* und mit ihr der Flügel *bb* wird zuerst (wie in Fig. 294) die im Innern von *a* und *d* befindliche atmosphärische Luft bei *efg* ausgetrieben, der dann bald das Wasser *w* in ununterbrochenem Strome folgt.

Mit der Theorie der Centrifugalpumpe hat sich ausführlich zuerst Leonhard Euler beschäftigt, worüber in den Memoiren der Berliner Akademie der Wissenschaften für 1752 nachzulesen ist. Navier hat hierüber in seinen Noten zu Belidor's „Architecture hydraulique" (pag. 619 und ferner) Bericht erstattet.

Euler's Bemühungen gingen besonders dahin, den Eintritt des Wassers in das rotirende Gefäss *abc* so vortheilhaft wie möglich, dann aber auch das in den Canälen *cc* aufsteigende Wasser schwer los zu machen. Letzteres erreichte Euler dadurch, dass er das Wasser zwang, in einer Curve empor zu steigen, in welcher Schwerkraft und Fliehkraft auf die Wassertheilchen wirken, sich überall das Gleichgewicht hielten und wozu die Canäle *cd* in Fig. 296 nach gemeinen Parabeln gekrümmt sein mussten. Eine praktisch brauchbare Maschine wurde hierdurch jedoch die Centrifugalpumpe leider nicht, da, abgesehen von anderen Uebeln, auch Euler das Maximum ihrer Leistung an die (unausführbare) Bedingung knüpfen musste, dass die Rotationsgeschwindigkeit der in der Bewegungsrichtung liegenden Ausflussöffnungen *dd* unendlich gross gemacht werde!

Fig. 297.

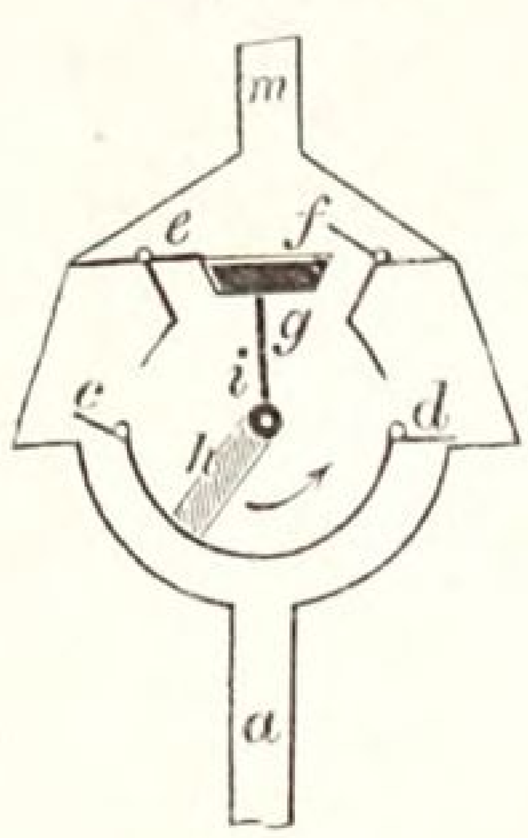
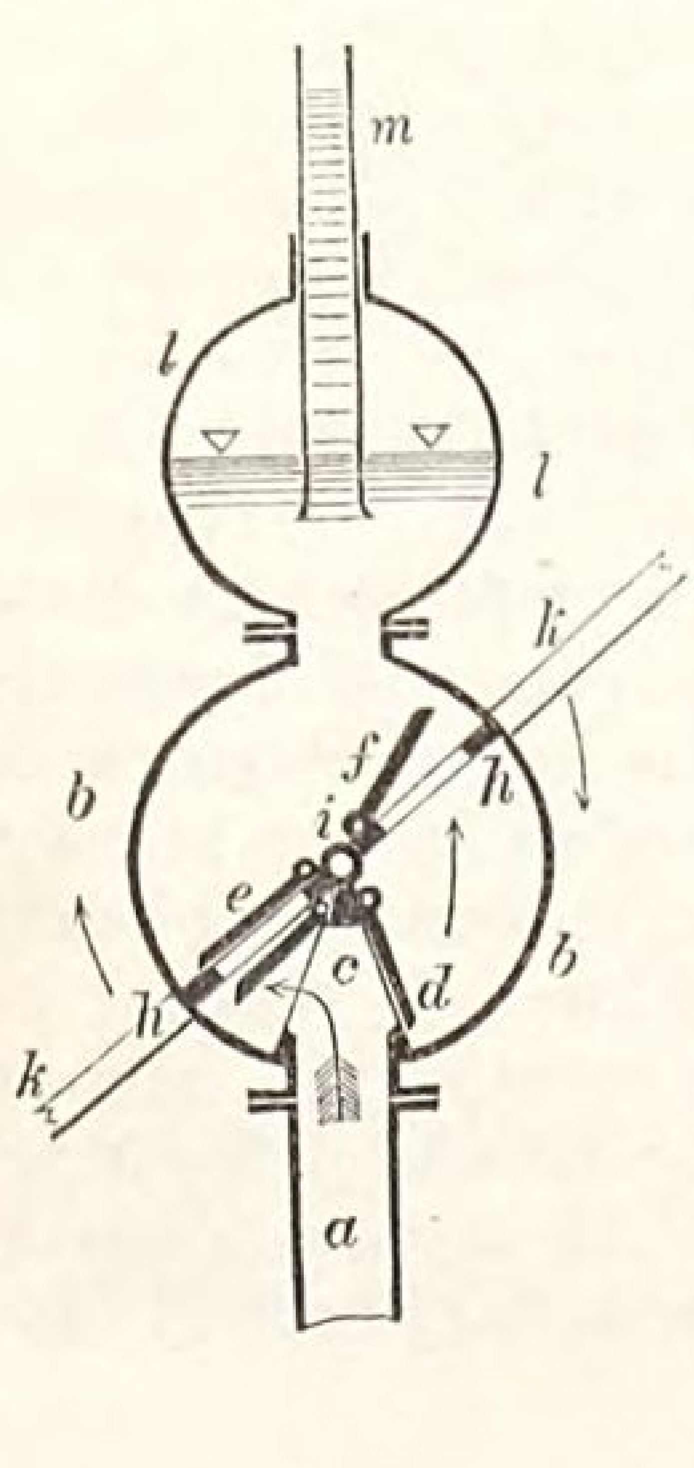


Fig. 298.



Um eine doppelwirkende Pumpe in einen möglichst kleinen Raum zusammenzudrängen, construirte 1785 der uns bereits durch seine hydraulische Presse (Bd. 2, S. 265 erste Auflage und S. 380 zweite Auflage) bekannt gewordene Engländer Bramah eine solche Maschine, wie sie Fig. 297 zeigt, wobei der thätige Kolben *h* eine pendelartige oscillatorische Bewegung annehmen muss, um immer gleichzeitig Wasser anzusaugen und wegzudrücken.

Umschlossen wird der an einer horizontalen Welle *i* befestigte Kolben *h* von einem cylindrischen Gehäuse, mit dessen geometrischer Achse die der Welle *i* zusammenfällt. Nach oben hin sind überdies feste (unbewegliche) Scheidewände *fg* erforderlich. Wie bei De la Hire's Pumpe, so öffnen sich auch hier die beiden Saugventile *c* und *d*, ebenso wie die beiden Steigventile *e* und *f* über's Kreuz. Dass ferner *m* das Steig- und *a* das Saugrohr ist, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

In einem zweiten Patente, datirt 1793, giebt Bramah seiner Pumpe als Feuerspritze die in Fig. 298 skizzirte Einrichtung.

Hier ist der plattenförmige Kolben *h* selbst mit den Steigventilen *e* und *f* versehen und wird dabei durch den Schwengel oder Balancier *kk* um die Achse *i* in Kreisbogen auf- und abbewegt. In der in Fig. 298 gezeichneten Stellung wird durch das links angebrachte Ventil *c*, von *a* aus, Wasser angesogen, während der Kolben *h* nach rechts niederschwingt und dadurch (von dem zwischen *h* und *d* befindlichen Wasser) das Steigventil *f* geöffnet wird etc. Ein Windkessel *l* dient zur Erzeugung eines möglichst gleichförmigen Wasserstrahles im Steigrohre *m*, dessen äusserste Mündung mit einem derartigen conisch-convergenten Ausgussrohre (einem Mundstücke) versehen ist, dass schliesslich das Wasser (für den gedachten Zweck der Pumpe als Feuerspritze) nicht ausgegossen, sondern ausgeworfen (gespritzt) wird.

Mit den Bramah'schen Anordnungen und Constructionen haben wir die bemerkenswerthesten Erfindungen und Verbesserungen im Gebiete der Kolbenpumpen bis zum Ende des 18. Jahrhunderts erschöpft und wäre höchstens noch an die directe Verwendung des Wasserdampfes von Savery [1]) bei seiner hydraulischen Dampfmaschine, ferner an die Benutzung der Dampfmaschinen zum Wasserpumpen erst von 1712 ab durch Newcomen [2]), dann später 1772 ff. von Smeaton [3]) und nachher besonders durch Watt [4]) zu erinnern, worüber namentlich in dem unten citirten Werke Farey's ausführlich berichtet wird.

Noch aber verdienen insbesondere drei Maschinen in einer selbst gedrängten (kurzen) Geschichte der Wasserfördermaschinen Erwähnung, welche zwar hinsichtlich Princip und Ausführung mit den Kolbenpumpen Nichts gemein haben, denen jedoch zu ihrer Zeit mehr oder weniger Bedeutung beigelegt wurde und die diesem entsprechend zu Hoffnungen praktischer Nutzbarkeit berechtigten, die sich leider nicht erfüllt haben. Es sind diese drei Maschinen: Wirz's Spiralpumpe, Höll's Luftsäulen-Maschine und Boulton-Montgolfier's hydraulischer Widder.

1) Allgem. Maschinenlehre Bd. 1, S. 399 (erste Auflage) und Bd. 1, S. 494 (zweite Auflage).

2) Bd. 1, S. 401, Note 2 ff. (erste Auflage) und S. 497 (zweite Auflage).

3) Farey: A Treatise on the Steam Engine. London 1827, pag. 134. Biographie Smeaton's: S. 187 gegenwärtigen Buches.

4) Ebendaselbst pag. 328. Hier wird eine von Watt auf dem Hawkesburger Kohlenwerke zum Pumpenbetriebe construirte und aufgestellte Dampfmaschine als die grösste ihrer Zeit (1778) in England bezeichnet. Der Dampfcylinder dieser (einfach wirkenden) Dampfmaschine hatte 58 Zoll Durchmesser und der Kolben 8 Fuss Hub. Die Wasserpumpenkolben hatten 14 Zoll Durchmesser. Die Wasserförderung geschah aus 65 Fathoms (390 Fuss) Tiefe etc.

Die sogenannte Spiralpumpe [1]), bereits 1746 von einem Zinngiesser in Zürich, Wirz mit Namen, erfunden, ist insofern unrichtig benannt, als ihr die Hauptheile einer Pumpe, Kolben (Flügelrad, Sack etc.), sowie Ventile fehlen. Wie aus ihrer Abbildung, Fig. 299 bis 301 erhellt, besteht dieselbe aus einem langen, spiralförmig gewundenen Rohre, welches derartig auf einer horizontal

Fig. 299.

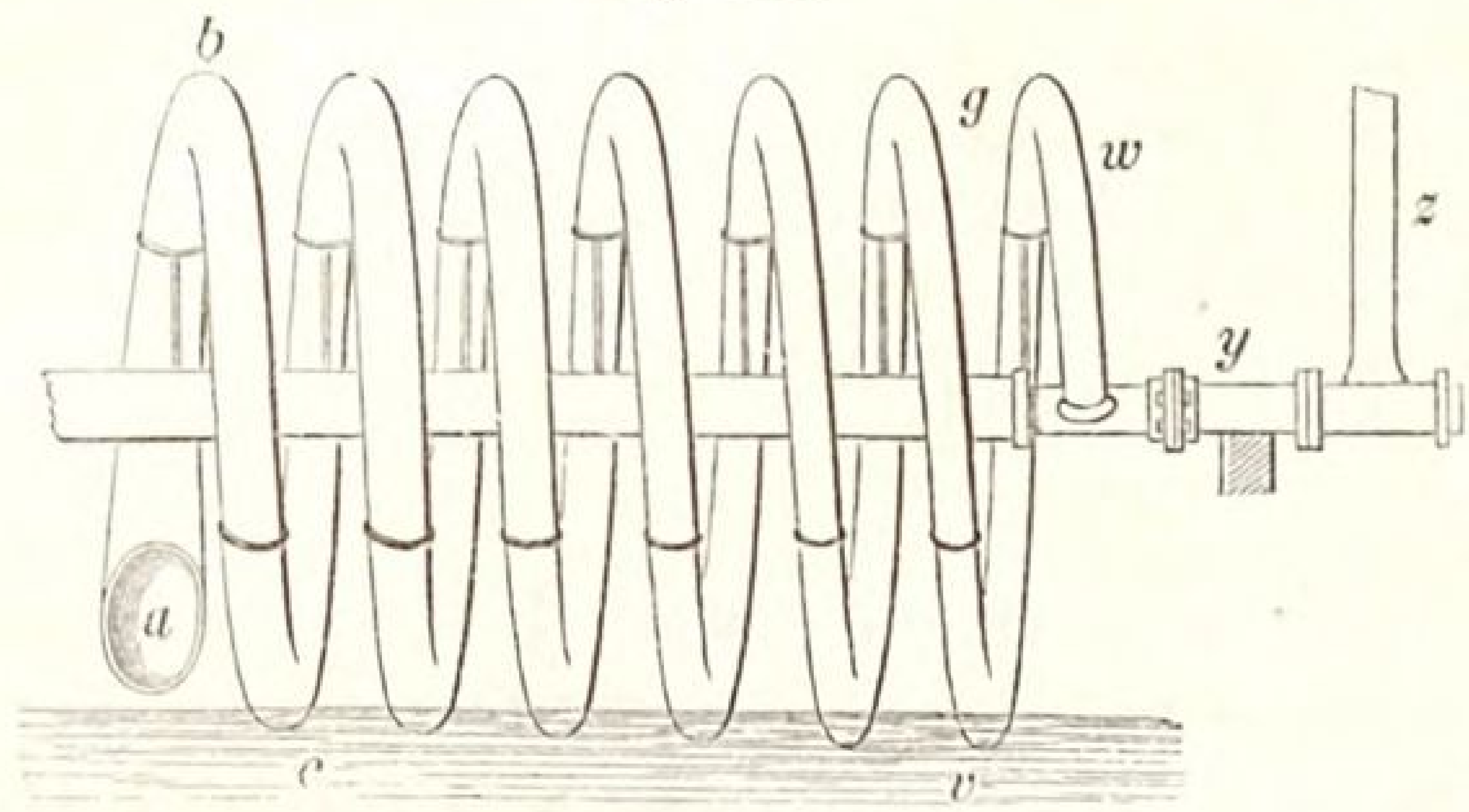


Fig. 300.

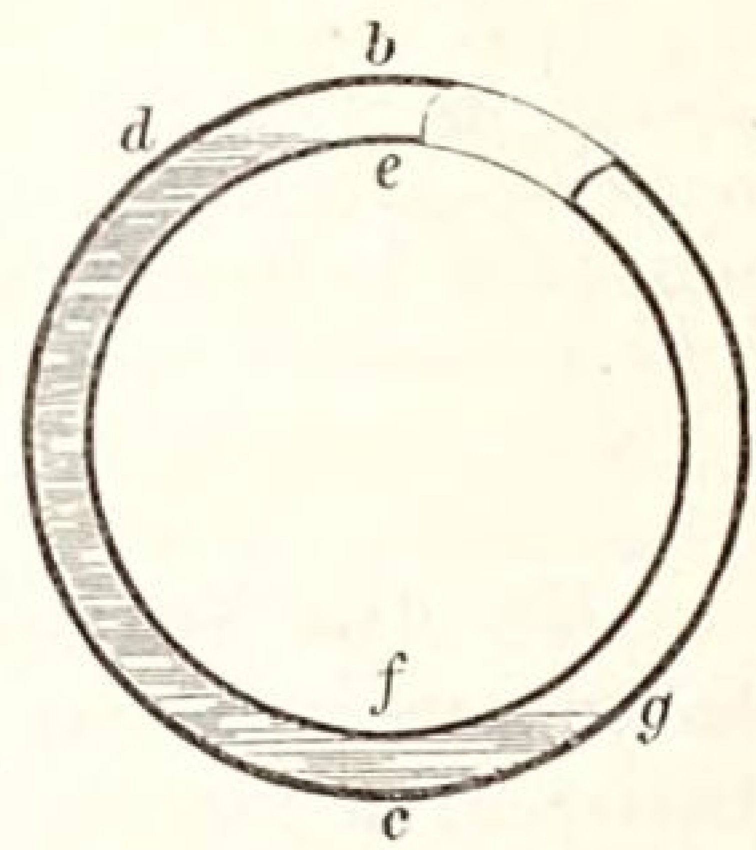
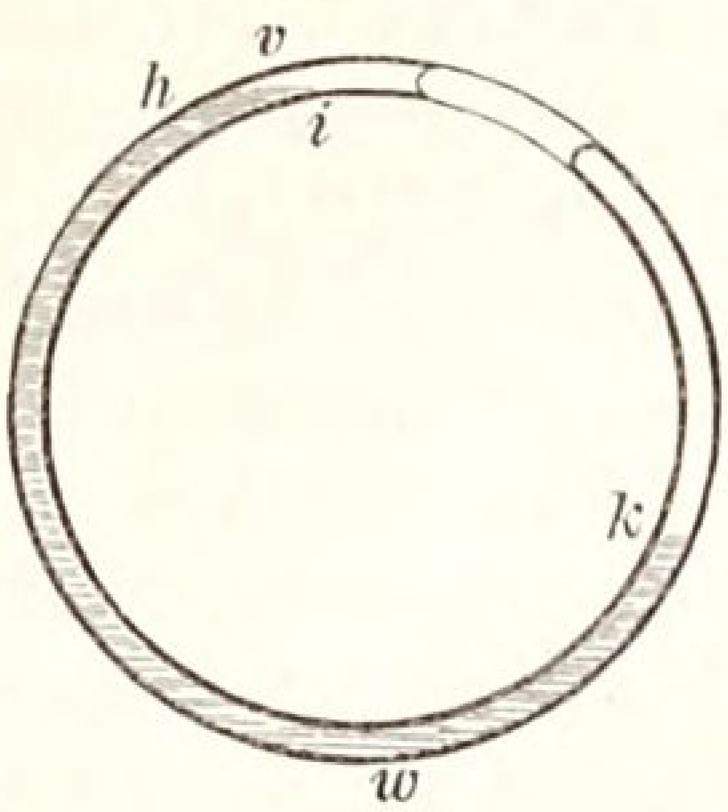


Fig. 301.



gelagerten Welle befestigt ist, dass sich solches mit der Welle drehen kann. Am vorderen Ende ist diese Röhre mit einem trichterförmigen Schöpfer, dem sogenannten Horne, versehen, am anderen Ende aber mit einer festliegenden Röhrenfortsetzung y in Verbindung gebracht, an deren Ende man das Steigrohr z befestigte. Zwischen w und y ist in entsprechender Weise eine sogenannte Stopfbüchse eingeschaltet [2]). Wird die Horizontalwelle in Umdrehung gesetzt, so taucht das Horn a in das zu fördernde Wasser, schöpft solches, tritt aber dann wieder in's Freie und schöpft abermals

1) Die Beschreibung der Spiralpumpe, wie sie von Wirz zuerst angegeben wurde, befindet sich im 3. Bande der Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich vom Jahre 1766, während die ersten von Daniel Bernoulli aufgestellten theoretischen Untersuchungen in den Petersburger Commentarien vom Jahre 1772 zu finden sind. Die vollständigsten Untersuchungen aber (von Nicander) sind im 4. und 5. Bande der Abhandlung der schwedischen Akademie der Wissenschaften von 1783 und 1784 enthalten. Nach diesen Quellen hat Eytelwein (Handbuch der Mechanik und der Hydraulik) seine schätzbaren, einfachen Theorien geschrieben, die von allen Nachfolgern mehr oder weniger benutzt werden. Eytelwein hat besonders nachgewiesen, dass es besser ist, die Röhren um einen Kegel, als um einen Cylinder zu winden.

2) In unseren Abbildungen ist angenommen, dass die Durchmesser der Windungen überall gleich, die Durchmesser der Röhre selbst aber vom Horne a aus nach dem Ende w hin gleichmässig abnehmen. Bei der ersten von Wirz erbauten Maschine waren die Windungshöhen vom Horne a aus abnehmend, die Röhre aber überall von gleichem Durchmesser. Ferner lagen bei dieser Wirzschen Maschine sämmtliche Windungen schneckenförmig (wie bei der Feder ge-

Luft. Bei der ferneren Umdrehung rückt das Wasser in dem Schlangenrohre weiter und das neu geschöpfte Wasser sperrt die Luft ab. Auf diese Art befinden sich in dem ganzen Schlangenrohre abwechselnd Wasser und Luftschichten, in der ersten Windung *bc* derartig, wie es Fig. 300 erkennen lässt, wo *de* und *fg* die betreffenden Wasserspiegel sind, in der letzten Windung *vw*, sowie sie Fig. 301 angiebt, wo *hi* und *kw* die Begrenzungsflächen der Wasserspiegel sind, während die abgesperrte Luftmasse von der ursprünglichen Höhe in Fig. 300 (gleich der Wassersäulenhöhe) auf ein Volumen zusammengedrückt erscheint, welches zwischen *hi* und *k* sichtbar ist. In der That befinden sich in dem ganzen Schlangenrohre *aw* abwechselnd Wasser und Luftschichten, die gleichförmig vorrücken und bis zur letzten Windung *w* gelangen. Hier kann das Wasser nirgends ausweichen, es muss daher durch das horizontale, unbewegliche Rohrstück *y* und in der Steigröhre *z* so lange weiter rücken, bis es endlich an der höchsten Stelle des letzteren zum Ausgusse gelangt. Dieser Ausfluss ist aber nicht gleichförmig, vielmehr tritt abwechselnd Luft und Wasser durch die Ausflussmündung.

In Betreff der Höll'schen Luftmaschine ist die Vorbemerkung nöthig, dass zwar schon 1685 Papin (Bd. 1, S. 398 erste Auflage und S. 493 zweite Auflage) Ideen veröffentlichte, Maschinen zu construiren, wobei zusammengedrückte atmosphärische Luft (ähnlich wie beim Heronsballe) den Motor zum Fördern von Wasser auf Höhen bildete[1]), allein von einer Ausführung der Projecte ist Nichts bekannt.

Wirklich gelungen ist eine zum Wasserfördern dienende Luftmaschine zuerst 1753 dem Oberkunstmeister Höll beim Amaliaschachte unweit Schemnitz in Ungarn[2]). Die Anordnung dieser Maschine erhellt aus Fig. 302. Das vom Tage aus gesammelte Aufschlagwasser wird in einer Röhre *a* einem sogenannten Kessel *b* zugeführt, der anfänglich nur so viel Wasser *ω* enthält, als hinreicht, dass das untere Ende von *a* untertaucht. Durch einen mittelst des Hebels *p*

wöhnlicher Uhren, Bd. 1, S. 41, Fig. 7 erste Auflage und S. 46 zweite Auflage) in einer Verticalebene.

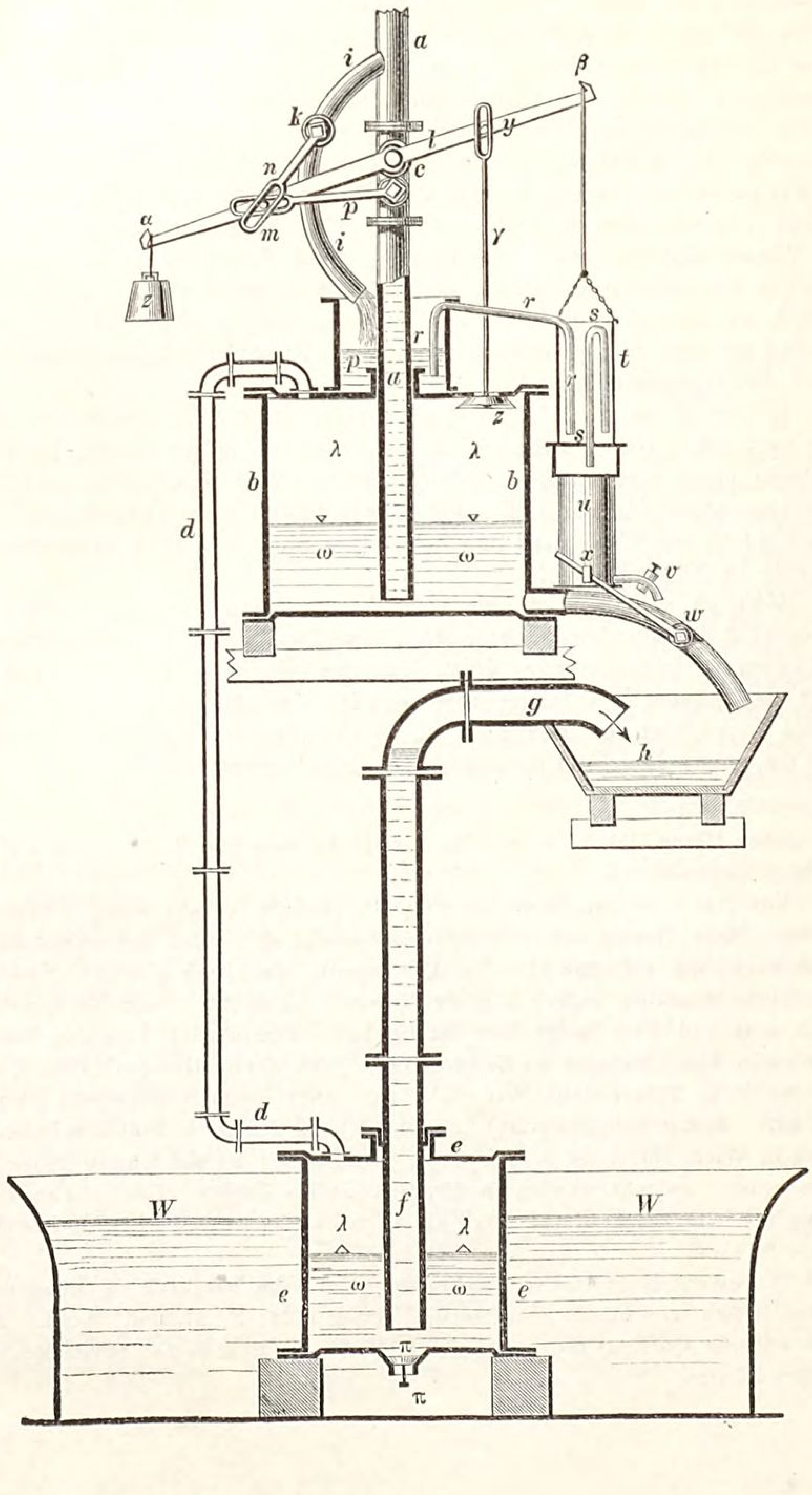
Von Ausführungen dieser Maschine im Grossen ist sehr wenig bekannt geworden. Nach Wissen des Verfassers beschränkt sich alles vorhandene Lob in dieser Beziehung auf eine 1784 in Archangelsky bei Moskau durch Norberg ausgeführte Maschine, welche in jeder Minute 7 Kubikfuss Wasser 72 Fuss hoch durch eine 740 Fuss lange Rohrleitung hob. Ausführlich berichtet hierüber Lempe in dem „Magazin für Bergbaukunde", XI. Theil. Dresden 1795, S. 38 ff.

1) Phil. Transactions, Vol. XV. pag. 1093, und Abridgement, Vol. I. pag. 539. Ferner (auszugsweise) in Jahrbüchern des k. k. Polytechnischen Instituts in Wien, Bd. 1, S. 160 ff. — In jüngster Zeit ist des Papin'schen Projektes wieder gedacht worden in Dr. Gerland's Buche: „Leibnizen's und Huyghen's Briefwechsel mit Papin, nebst Biographie Papin's. Brandenb. 1881. S. 41 ff.

2) Poda, „Kurzgefasste Beschreibung der beim Bergbaue zu Schemnitz in Nieder-Ungarn errichteten Maschinen." Prag 1771, S. 57 und ferner. Auch (nach anderen Quellen) Gerstner im 2. Bande, S. 277, §. 201 seiner Mechanik flüssiger Körper.

stellbaren Hahn ist die Einfallsröhre *a* abzusperren oder zu öffnen. Sobald letzteres geschieht, strömt neues Wasser *ω* in den Kessel *b*, wodurch nach

Fig. 302.



und nach der Raum λ über dem Wasser kleiner, die hierin befindliche atmosphärische Luft zusammengedrückt und zum Entweichen im dünnen Rohre *d* gezwungen wird. Letztere Röhre führt die zusammengepresste Luft in einen zweiten, entsprechend tiefer gehenden Kessel *ee*, durch dessen Boden das zu hebende Wasser aus einem Sammelbehälter *W* treten kann, während den Rückgang desselben ein Kegelventil *n* verschliesst. Durch den Deckel dieses zweiten Kessels tritt ferner gehörig dichtend ein drittes Rohr *fg*, worin das aus *W* nach *h* zu fördernde Wasser aufsteigen kann. Ist durch das von *a* kommende Aufschlagwasser nach und nach alle atmosphärische Luft λ aus dem Kessel *b* heraus und nach dem unteren Kessel *e* getrieben, so ist ein sogenanntes Spiel vollendet und es muss das in *b* befindliche Wasser durch Oeffnen eines Hahnes *w* abgelassen und durch ein sich nach Innen öffnendes Ventil *z* neue frische Luft zugeführt, natürlich vorher auch durch den Hahnhebel *p* das Aufschlagwasser abgesperrt werden. Diese Verrichtungen (Steuerungen) geschahen bei Höll's Maschine durch hierzu besonders angestellte Arbeiter (sogenannte Kunstwärtergesellen), während in unserer Abbildung eine Selbststeuerung angeordnet ist, wie sich solche an einem schönen Modell der Sammlungen des königlichen Polytechnicums in Hannover ausgeführt vorfindet [1]). Die betreffende Anordnung ist folgende:

Wir nehmen an, der Hahn *p* ist geöffnet und bemerken gleich dazu, dass dann auch ein zweiter Hahn *k* geöffnet ist, welcher das Aufschlagwasser auch aus einem dünneren Zweigrohre *i* in ein cylindrisches Gefäss *p* treten lässt, wovon *a* umgeben wird. In dies Gefäss *p* taucht das kürzere Ende eines Hebers *r*, dessen längeres Ende fast zum Boden eines kleineren Gefässes *t* hinabreicht, in welchem letzteren Gefässe noch ein zweiter Heber angebracht ist. Die zweite Heberanordnung pflegt man (bekanntlich) den Diabetes des Heron zu nennen, indem hierbei das Gefäss *t* sofort ausgeleert wird oder der Heber zu laufen beginnt, wenn das aus *r* nach *t* fliessende Wasser den Scheitel des Hebers *s* erreicht hat. Sobald aber letzteres geschieht, hat das Gefäss *t* (nebst Zubehör) eine solche Gewichtsgrösse erreicht, dass es einen Hebel $\alpha c \beta$ zur Umdrehung nach rechts abwärts nöthigt, ein Gegengewicht *z* überwindet und durch diese Bewegungen, unterstützt durch die Fanger *m* und *n*, die Hähne *k* und *p* schliesst. An diesem Niedergange des Gefässes *t* nimmt aber auch ein zweites darunter angebrachtes Gefäss *u* Theil, wodurch gar bald (zufolge einer in der Abbildung hinlänglich erkennbaren Anordnung) der Hahn *w* geöffnet, das Wasser ω im Kessel *b* abgelassen und durch das mit dem Hebel $\alpha c \beta$ gleichzeitig niedergegangene Ventil *z* frische Luft λ in den Kessel *b* gelassen wird. Hat man bei diesem Vorgange zum Oeffnen eines Hahnes *v* am untersten Gefässe *u* Sorge getragen, so entleert sich letzteres Gefäss rechtzeitig, das in *t* und *u* befindliche Wasser läuft mit in das Abflussgefäss *h*, die grössere Drehkraft am Ende β des Hebels $\alpha c \beta$ verschwindet, es macht sich wieder das am anderen Arme $c\alpha$ aufgehangene Gewicht *z* geltend,

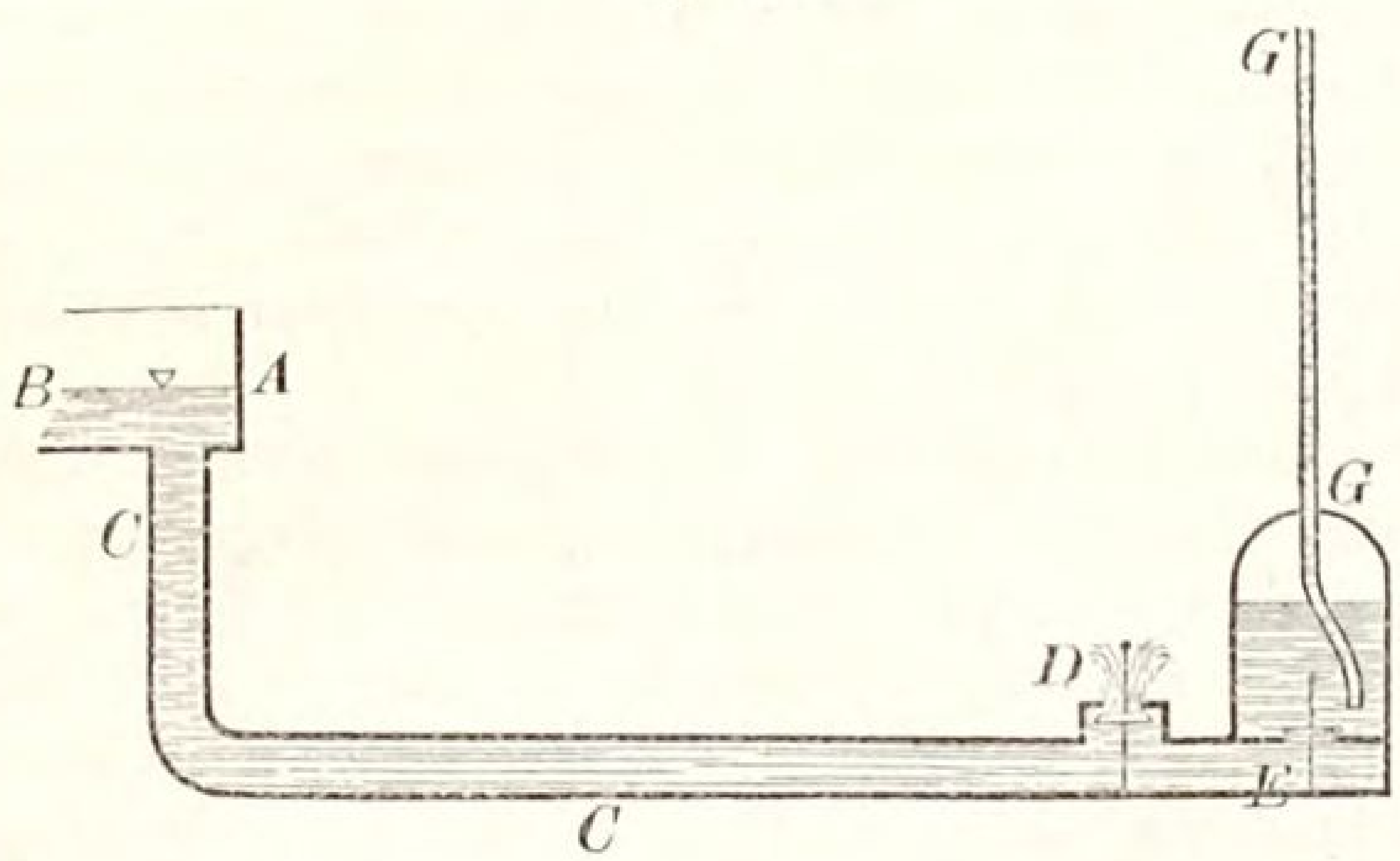
1) Diese Selbststeuerung rührt von einem Engländer Boswel her und wurde zuerst 1796 im Journal des Arts et Manufactures, T. 13, pag. 210 bekannt gemacht. Hieraus entnahm Hachette die seinem Werke: „Traité élémentaire des machines“, Pl. 4 beigefügte (schlechte) Skizze, die er übrigens pag. 49 gehörig erläuterte.

letzteres dreht den Hebel $\alpha c \beta$ nach links abwärts und veranlasst endlich wieder die Stellung aller Theile der Steuerung, wie solche in Fig. 302 dargestellt ist. Da sich der Wirkungsgrad dieser Wasserfördermaschine viel kleiner als der von Wassersäulenmaschinen (Bd. 1, S. 346 u. S. 355) für gleiche Zwecke und unter sonst gleichen Umständen herausstellte[1]), wurden ähnliche Luftmaschinen, wie die Höll'sche (nach unserem Wissen), nicht weiter in Anwendung gebracht, ja die des Amalienschachtes selbst bereits 1769 ausser Betrieb gesetzt.

Nicht viel besser ist es mit ähnlichen Luftmaschinen von Darwin und Detrouville ergangen, welche Navier im 3. Theile seines bereits citirten Résumé des leçons etc. §. 185 und §. 186 bespricht.

Auf der Pariser internationalen Ausstellung von 1867 fand sich das Modell eines russischen Ingenieurs Zaronbine, welches er hydropneumatische Pumpe ohne Kolben nannte und wobei die Luftcompression (zum Wasserheben) mittelst eines grossen Gummiballons bewirkt wurde, der bei Ausführung im Grossen durch eine Compressionspumpe ersetzt werden sollte[2]).

Fig. 303.



Anlangend die dritte der bezeichneten eigenthümlichen Wasserfördermaschinen des 18. Jahrhunderts, den hydraulischen Widder oder Stossheber (Fig. 303)[3]), so streiten sich

1) Nach Poda (a. a. O. S. 59) berechnete sich der Wirkungsgrad (das Güteverhältniss) der Höll'schen Luftmaschine wie folgt: Bei $22\frac{1}{2}$ Spielen pro Stunde wurden 21 Eimer Aufschlagwasser verbraucht, welche 40 Lachter hoch herabkamen. Gehoben wurden in derselben Zeit 19 Eimer Wasser und zwar betrug die Förderhöhe 16 Lachter, demnach der Wirkungsgrad $\mathfrak{g}$:

$$\mathfrak{g} = \frac{19 \cdot 16}{21 \cdot 40} = 0{,}36.$$

Der Wirkungsgrad gut ausgeführter Wassersäulenmaschinen beträgt aber (nach Bd. 1, S. 346, 355 u. 359 (erste Auflage) und S. 432, 441, 443 u. 447 (zweite Auflage) reichlich 0,82.

2) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1868, S. 38, und Rittinger's „Mittheilungen über Berg- und Hüttenwesen-Maschinen" der Pariser Ausstellung von 1867, S. 21.

3) Es verdient bemerkt zu werden, dass Montgolfier diese Maschine wahrscheinlich deshalb Bélier (Widder) genannt hat, weil bei ihr eine stossende Wassersäule das bewegende Princip ist und sie hierdurch entfernte Aehnlichkeit mit dem Mauerbrecher (aries) der Alten hat. Eytelwein hat ihr später den Namen „Stossheber" gegeben, obwohl dabei das bekannte Princip des Hebers (S. 335) durchaus nicht dabei in Anwendung kommt.

um die Erfindung dieser Maschine Franzosen und Engländer. Erstere schreiben sie dem bekannten Montgolfier, letztere sowohl einem gewissen Whaitehurs, als auch Mathieu Boulton von Soho zu [1]).

Zum Verständniss der Maschine und ihrer Wirkungsweise mag vorstehende, der Montgolfier'schen (unten citirten) Abhandlung entnommene Fig. 303 dienen. In einem Behälter AB befindet sich Aufschlag- und Hubwasser vereinigt. Dies Wasser wird in einem Rohre C fortgeleitet und nach Stellen geführt, wo sich zuerst bei D ein sich nach Innen (unten) öffnendes Ventil (Sperrventil) befindet, sodann bei E ein zweites Ventil angebracht ist, welches sich nach oben öffnet und zwar in einem Windkessel F, worin ein Rohr G tief genug herabreicht, um als Steigröhre für das zu fördernde Wasser zu dienen.

Die Wirkungsweise der Maschine ist folgende. Es sei der Apparat (die Maschine) mit Wasser gefüllt und der Wasserspiegel im Behälter AB constant. Drückt man dann das Sperrventil D mit der Hand nieder, so wird sich das Wasser im Leitrohre C abwärts bewegen und bei D auszufliessen beginnen. Sobald aber der Ausfluss bei D mit einer gewissen Geschwindigkeit erfolgt, wird die erlangte lebendige Kraft des Wassers, zufolge des gegen das Ventil D ausübenden Stosses, dasselbe schliessen. Durch diesen Stoss wird jedoch nur ein Theil der lebendigen Kraft des Wassers vernichtet, während der übrige Theil gegen das Steigventil E (am Boden des Windkessels F) stösst und dasselbe öffnet. Das hierbei in den Windkessel tretende Wasser steigt dann in der Röhre G aufwärts und zwar auf eine Höhe, welche der dem Wasser noch inwohnenden lebendigen Kraft entspricht.

Nach Erreichung dieses letzteren Zustandes wirkt aber das Wasser im Steigrohre G durch sein Gewicht abwärts, wodurch binnen kurzer Zeit, in Verbindung mit der Elasticität der im Windkessel abgesperrten Luft, das Ventil E geschlossen wird. Während der gedachten kurzen Zeit, ehe der Schluss des letzteren Ventils erfolgt, veranlasst die Rückwirkung des Wassers eine Oscillation der Wassersäule im Steigrohre G, welche sich auf das Wasser im Leitrohre fortpflanzt, unter dem Sperrventile D das Wasser gleichsam fortzieht (das Ventil D entlastet) und dies veranlasst, sich wieder zu öffnen, worauf der ganze Vorgang von Neuem beginnt.

1) Thatsache ist, dass Montgolfier für Frankreich ein Brevet erhielt, welches vom 13. Brumaire des Jahres VI. (3. Novbr. 1797) datirt, während das englische Patent vom 13. Decbr. 1797 lautet. Ausführlich hierüber handelt das „Journal des mines“ 11e Vol. Anné X. Premier Semestre, pag. 490. Montgolfier selbst veröffentlichte in einem späteren 13e Vol. des Journal des mines, pag. 42, einen Aufsatz unter dem Titel: „Sur le bélier hydraulique, et sur la manière d'en calculer les effets.“ Diese Theorie war leider nicht viel werth, weshalb in dieser Beziehung wieder auf Navier's Resumé des leçons etc. Troisième Partie, pag. 341 ff. verwiesen werden muss. Eine sehr gute Theorie lieferte später (1847) noch der Italiener Venturoli in seinem Buche „Elementi di Meccanica e d'Idraulica. 7e Edit. Vol. II. pag. 305—317. Endlich ist noch eine Arbeit Rankine's zu erwähnen, welche sich im 18. Bande (1872), S. 290, von Hartig's „Civil-Ingenieur“ vorfindet.

Bemerkt zu werden verdient, dass man sich die Zurückwirkung des Wassers im Steigrohre G und im Leitrohre C auch wie das Steigen und Fallen des Wassers in communicirenden Röhren denken kann, wo stets, wenn das Gleichgewicht aufgehoben wird, eine oscillatorische Bewegung eintritt.

Ueberdies lehren Beobachtungen und Versuche [1]), dass die Zurückbewegung des Wassers um so bedeutender wird, je höher die Steigröhre, je kürzer das Leitrohr und je kleiner die Druckhöhe im Behälter AB ist.

Die besten und zuverlässigsten Versuche über die Leistungen des hydraulischen Widders oder Stosshebers hat Eytelwein angestellt und diese in der unten citirten Schrift [1]) veröffentlicht.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass der Wirkungsgrad des Widders immer mehr abnimmt, je grösser bei gegebenen natürlichen Gefällen H die Förderhöhe h ist [2]). Auch diese Wasserhebmaschine hat sich in der Praxis (der Natur der Sache nach) keinen allgemeinen Eingang verschaffen können. Am meisten machen noch die Franzosen davon Anwendung, sowie die Maschine auch von dem belgischen Ingenieur Leblanc (nach Boulton's Vorgange) [3])

1) Eytelwein in seiner Abhandlung: „Bemerkungen über die Wirkung und vortheilhafte Anwendung des Stosshebers (Bélier hydraulique). Berlin 1805. Ferner Professor Wrede in Gilbert's Annalen der Physik, Bd. 19 (1805), S. 55 etc. unter der Ueberschrift: „Versuch einer Erklärung von dem Steigen des Wassers im Stossheber, nach bekannten Gesetzen der Mechanik."

2) Bezeichnet Q die verbrauchte und q die geförderte Wassermenge, so ergiebt sich aus dem Eytelwein'schen Versuche folgende (auszugsweise) Uebersicht:

Zahl der Spiele des Ventils D pro Minute	Gefälle in Meter H	Förderhöhe in Meter h	Beobachtete Wassermenge pro Minute in Cubikmetern Q	q	Wirkungsgrad $\mathfrak{g} = \frac{qh}{QH}$ Versuch	Rechnung
66	3,066	8,017	0,0484	0,0154	0,90	0,97
54	3,099	9,86	0,0635	0,01742	0,873	0,92
45	2,661	11,78	0,0498	0,00952	0,845	0,84
36	1,843	11,78	0,0404	0,00478	0,754	0,710
26	1,386	9,86	0,0238	0,00225	0,672	0,670
17	0,915	9,81	0,0491	0,00218	0,473	0,510
14	0,758	11,78	0,0548	0,00100	0,284	0,32
10	0,601	11,78	0,0466	0,00041	0,181	0,180

Die Eytelwein'sche Formel, wonach die letzte Columne berechnet wurde, ist folgende:

$$\mathfrak{g} = \frac{qh}{QH} = 1{,}42 - 0{,}28 \sqrt{\frac{h}{H}}.$$

3) Annales des Ponts et Chaussées. 1858. 3. Serie, Tome XV. pag. 75, und hieraus entlehnt im 5. Bande (1859) S. 91 von Bornemann's Civil-Ingenieur.

neuerdings als saugender Stossheber zur Wasserhaltung für Bauzwecke, in Anwendung gebracht wurde, worüber in den unten citirten Quellen nachzulesen ist[1]).

Am Ende des 18. Jahrhunderts lassen sich die bis dahin bekannt gewordenen und zur wirklichen Anwendung gelangten Wasserfördermaschinen in nachstehender übersichtlicher Weise classificiren, wozu als oberster Eintheilungsgrund der Umstand gewählt wurde, dass gewisse Maschinen mit, andere ohne Benutzung des atmosphärischen Luftdruckes wirksam sind.

1) Der Verfasser hält es für Pflicht, noch neuerer Versuche mit hydraulischen Widdern (aus der Pumpenfabrik von W. Garvens in Hannover) zu gedenken, welche von ehemaligen Studirenden der Hannoverschen Technischen Hochschule, den Maschinen-Ingenieuren Gustav Bockelberg und Mühlenpfordt, bei Gelegenheit der hannoverschen Gewerbeausstellung im Jahre 1878 angestellt wurden und worüber im Hannoverschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe, Jahrgang 1878, No. 32, S. 419 etc., ausführlich berichtet wird.

Für gegenwärtigen Zweck wird es genügen, die Durchschnittswerthe von je vier Versuchen einer ganzen Reihe aufzunehmen, wobei wir die Bezeichnungen der Eytelwein'schen Formeln beibehalten:

Gefällshöhe $= H$ in Metern	Förderhöhe $= h$ in Metern	Spielzahl des Sperrventils pro Minute $= n$	Verbrauchte Wassermenge pro Minute $= Q$ (Liter)	Geförderte Wassermenge pro Minute $= q$ (Liter)	Güteverhältniss $= \mathfrak{g}$
2,3	10,9	94	22	2,5	0,54
2,3	10,9	116	17	2,2	0,60
2,3	10,9	120	17	2,3	0,62
2,3	10,9	141	14	1,9	0,61
2,3	10,9	156	13	1,8	0,67
4,0	9,5	160	25,4	7,4	0,69
4,0	9,5	160	25,4	7,4	0,74

Bei den ersten vier Versuchen hatte das Zuführrohr 1 Zoll (engl.) Weite und das Steigrohr $^1/_2$ Zoll, während bei den letzten beiden Versuchen das Zuführrohr $1^1/_4$ Zoll und das Steigrohr $^1/_2$ Zoll Weite hatte.

I. Maschinen mit Benutzung des Druckes der atmosphärischen Luft.

Pumpen.

- A. Mit Kolben.
 - a. Kolben mit geradlinig wiederkehrender Bewegung.
 - α. Einfach β. doppelt wirkende (Pumpen).
 - b. Kolben mit oscillatorischer Bewegung.
 - (zu a. und b.:)
 1. Durchbrochene Kolben.
 2. Massive Kolben { mit Liederung / ohne Liederung } am Kolben.
 - c. Kolben mit drehender Bewegung.
 - α. Mit Liederung.
 - β. Ohne Liederung.
- B. Ohne Kolben [1]).
 - α. Spiralpumpen.
 - β. Gebläspumpen.

II. Maschinen ohne Mitwirkung des atmosphärischen Luftdruckes.

1. Schöpfräder.
2. Tympanons { alte / neue
3. Schaufelwerke (geneigte).
4. Eimerwerke (Norias).
5. Paternosterwerke.
6. Wasserschnecken { Tonnenmühlen. / Wasserschrauben.
7. Wurfräder.
8. Schwungschaufeln.
9. Wurfschaufel.
10. Zickzack.
11. Schwengel-Hebetrog.
12. Handhebetrog.
13. Schwingbaum-Ventileimer.
14. Seil- oder Bandmaschine.
15. Hydraulischer Hohlstab.
16. Hydraulischer Widder.
17. Pulsometer (Dampf-Vacuumpumpe).

Zur Vervollständigung und Erläuterung dieser Uebersicht diene Nachstehendes.

In Bezug auf die Hauptabtheilung I. wurden alle hier verzeichneten Pumpen im Vorstehenden erörtert, mit Ausnahme der in der Unterabtheilung β notirten „Gebläspumpen“, Sackpumpen oder Priesterpumpen.

Hinsichtlich der letzteren werde erwähnt, dass sich nach Ewbank[2]) in der bereits 1511 in Erfurt erschienenen ersten deutschen Uebersetzung des römischen (Kriegs-) Schriftstellers Vegetius eine Maschine zum Wasserheben

1) Hierher rechnen könnte man noch: 1) Savery's hydraulische Dampfmaschine als Pumpe mit directer Dampfwirkung (Bd. 1, S. 399). 2) Venturi's Aufsaugeapparate (Rühlmann, Hydromechanik, S. 244). 3) Rittinger und Werner, Wasserhebung durch unmittelbaren Dampfdruck (Z. d. V. deutscher Ingen. Bd. XV. S. 353). 4) Giffard's Dampfstrahlpumpe (Bd. 3, S. 319 (erste Auflage) und S. 386 (zweite Auflage).

2) Description and historical account of hydraulic and other machines for raising water. New-York 1856, pag. 207 etc. Ebendaselbst Copie der Abbildung mit der Unterschrift: „German Atmospheric Bellow's Pumps. A. D. 1511“.

abgebildet vorfindet, wobei ein gewöhnlicher Lederblasbalg als Pumpe benutzt ist. Dieselbe Quelle nennt noch andere ähnliche Anwendungen (hundert Jahre später), sowie auch Leupold[1]) (1724) dergleichen beschreibt, sich aber auch tadelnd über dieselben äussert, indem die Lederbälge sich zu sehr abnutzten und unbrauchbar wurden. Die Anordnung in Fig. 304, als Schiffspumpe bekannt, wobei der Mittelkörper einen cylindrischen Ledersack bildet, mit Saugventil in der unbeweglichen Bodenscheibe und zwei Steigventilen in der beweglichen Deckelscheibe, wird bei Ewbank[2]) unter der Benennung Bag-Pump aufgeführt. Im Jahre 1732 übergab ein gewisser Boulogne der Pariser Akademie ein Mémoire über eine Pumpe mit „Piston sans Frottement", wovon sich Abbildung und Beschreibung in der unten citirten Quelle findet[3]). Diese Anordnung ist besonders deshalb interessant, weil solche 1851 auf der ersten Londoner internationalen Industrie-Ausstellung mit Eisenumkleidung als Shalder's (in Norwich) Sackpumpe in der Gestalt zu finden war, wie solche Fig. 305 erkennen lässt und die seiner Zeit vom Verfasser ausführlich beschrieben wurde[4]). Endlich benutzten wir die Gelegenheit, um diese Pumpengattung hier gleich vollständig zu erledigen, auf die Fig. 306 aufmerksam zu machen, welche als „pompe sufflet hydraulique" in französischen Werken[5]) figurirt und in Prechtl's technol. Encyklopädie[6]) als „Pumpe ohne Kolben" (von Rollé und Schwilgué in Strassburg ausgeführt) belobt wird!

Fig. 304.

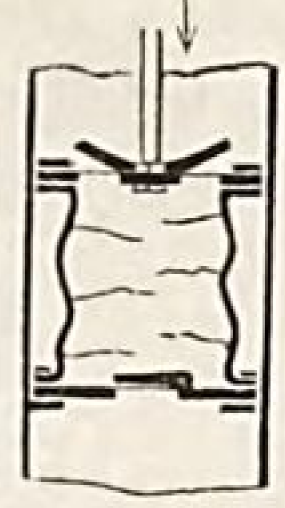


Fig. 305.

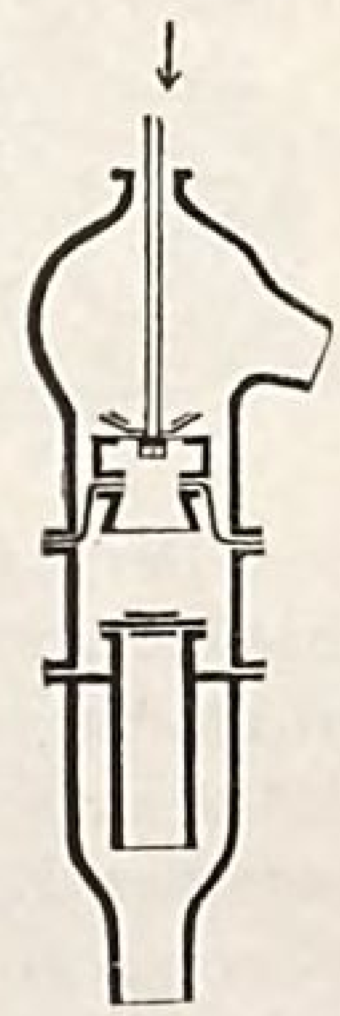
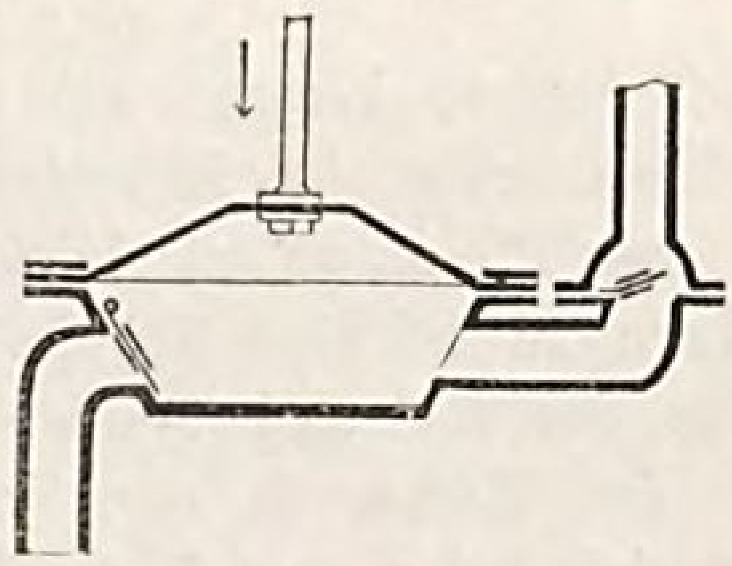


Fig. 306.



Alle diese Pumpen leiden immer noch an dem bereits von Leupold gerügten Uebel und sind deshalb kaum ausnahmsweise zu empfehlen[7]).

Von den in der Tabelle unter Abtheilung II. verzeichneten Wasserfördermaschinen sind die ersten sechs im Vorstehenden hinlänglich besprochen

1) Theat. mechan. hydraulicarum, T. II. Cap. IX. pag. 102 etc.

2) A. a. O. pag. 209.

3) Recueil des machines, approuvées etc. Von 1732, pag. 85.

4) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1853, S. 105 ff.

5) Belidor, Arch. hydraulique (deutsche Ausgabe), Bd. 1, Buch 3, S. 95 ff. Borgnis: Traité complet de mécanique appliquée aux arts (des machines hydrauliques). Paris 1819, pag. 52.

6) Artikel „Pumpen", Bd. 11, S. 270.

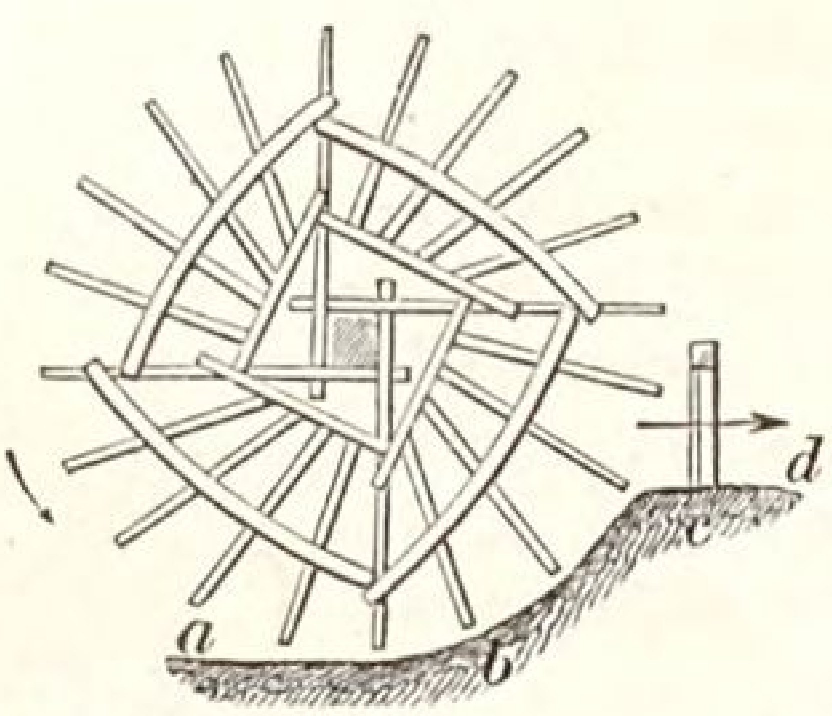
7) Beispielsweise als Pumpe der Uhrlampen (u. A. bei dem von Carcel-Gagneau in Paris). Man sehe deshalb Prechtl, Technol. Encyklopädie, Bd. 9, Artikel „Uhrlampe", S. 205.

In jüngster Zeit sind die Sackpumpen wieder als Kloaken-Pumpen versucht worden. Ueber diese Art der Verwendung (als Mestdagh'sche Pumpe mit beweglicher Ledertasche) berichtet folgende Schrift: „Die Abfuhr und Verwerthung der Düngstoffe in verschiedenen deutschen und ausserdeutschen Städten." Von Salviati, Röder und Eichhorn. Berlin 1865, S. 23 ff.

und kommen wir in Bezug der heute noch wichtigen Wasserschnecken später in gebührender Ausführlichkeit zurück. Die folgenden 10 Maschinen sind noch zu erörtern, was im Nachstehenden geschehen soll.

Ad 7. Wurfräder, Fig. 307, den sogenannten Kropfrädern (als Straubeäder Bd. 1, S. 278 und 287) als Gattung verticaler Wasserräder ähnlich, scheinen eine holländische Erfindung zu sein. Die älteste (mit Abbildungen begleitete) Nachricht über diese Räder, welche der Verfasser aufzutreiben vermochte, war die in Leupold's Theat. mach. hydraulicarum. T. I. §. 185 unter der Ueberschrift: „Ein Schaufelwerk oder Rad, da das Wasser durch die Schaufeln herausgeschlagen wird und in Holland gebräuchlich ist."

Fig. 415.



Aus unserer Abbildung (Fig. 307) erkennt man leicht, dass hier an einer viereckigen, horizontalen Welle vier Kreuzarme befestigt sind, deren äussersten, freien Enden zugleich als Schaufeln dienen. Diese vier Schaufeln sind durch krumme Hölzer (Schwerter) und Gürtelbänder vereinigt und mit den letzteren beiden die übrigen Schaufeln (durch Ueberblattung, Verzapfung und Verkeilung) gehörig verbunden. Sämmtliche Schaufeln stehen nicht radial, sondern sind etwas nach rückwärts geneigt, des besseren Wasserablaufes wegen.

Das zu fördernde Wasser wird einem Gerinne *ab* (dem Hinterfluther) zugeführt, welches bei *a* eine Erweiterung, zuweilen auch noch eine Vertiefung erhält, damit das Binnenwasser leicht zufliessen kann. Von der Mitte des Rades nach vorn zu ist eine Kröpfung *bc* (der Aufleiter) vorhanden, welche nach der Höhe des fortzuschaffenden Wassers eingerichtet wird. Vom Aufleiter gelangt das Wasser in den Vorfluther *cd* und, im Falle das Rad still steht, befindet sich bei *c* eine Thür (Wachtthür), die sich, wenn das Rad im Gange ist, nach aussen (nach *d*) hin öffnet und beim Stillstand desselben verschliesst, so dass kein Aussenwasser zurücktreten kann.

Von Vortheil sind diese Räder nur, wenn die Förderhöhe eine verhältnissmässig geringe und zwar nicht viel mehr als $1^1/_2$ Meter ist. Nach Smeaton's Versuchen[1]) sollte man mit einem derartigen Rade, durch ein Pferd betrieben, eine Tagesleistung von 1344560 Meter-Kilogr. bewirken können. Wir kommen später im Abschnitte „Entwässerungs- und Bewässerungs-Maschinen" auf diese (durch Windmühlen und Dampfmaschinen betriebene) Räder zurück[2]).

1) Navier, Résumé des leçons etc. Troisième partie, Nr. 201.

2) Die ältesten Schriften über diese holländischen Wurfräder sind (ausser Leupold) folgende:

Van Zyl, Groot allgemeen Moolen Book. I. Deel. Te Amsterdam 1761, pag. 5, Tab. XX—XXVI.

Belidor, das bereits wiederholt citirte Werk: „Arch. hydraul." 1. Theil, 3. Buch, 2. Capitel, §. 856.

Woltmann, „Beiträge zur hydraulischen Architektur." Bd. 4, S. 169, §. 40, unter der Ueberschrift: „Von den Schöpfradmühlen und deren Effect beim Betriebe durch Windräder."

Ad 8. Die Schwungschaufeln (Fig. 308). Eine einzige Schaufel *b* (auch in der Seitenansicht sichtbar) ist mit einem Arme *ab* von etwa $2^1/_2$ Meter Länge verbunden, die an einem Schwingbaume *mn* befestigt und am Zapfen in Lagern eines entsprechend starken Holzbockes drehbar gemacht ist. Die Hubhöhe des Wassers kann hier nicht viel mehr als einen Meter betragen. Unter Umständen können solche Schwungschaufeln auch bei Wasserbauten gute Dienste leisten.

Ad 9. Die Wurfschaufel oder Holländerin (Fig. 309), wobei die Stielschaufel *ab* am Seile eines Bockgestelles aufgehangen ist, bedarf keines Ge-

Fig. 308.

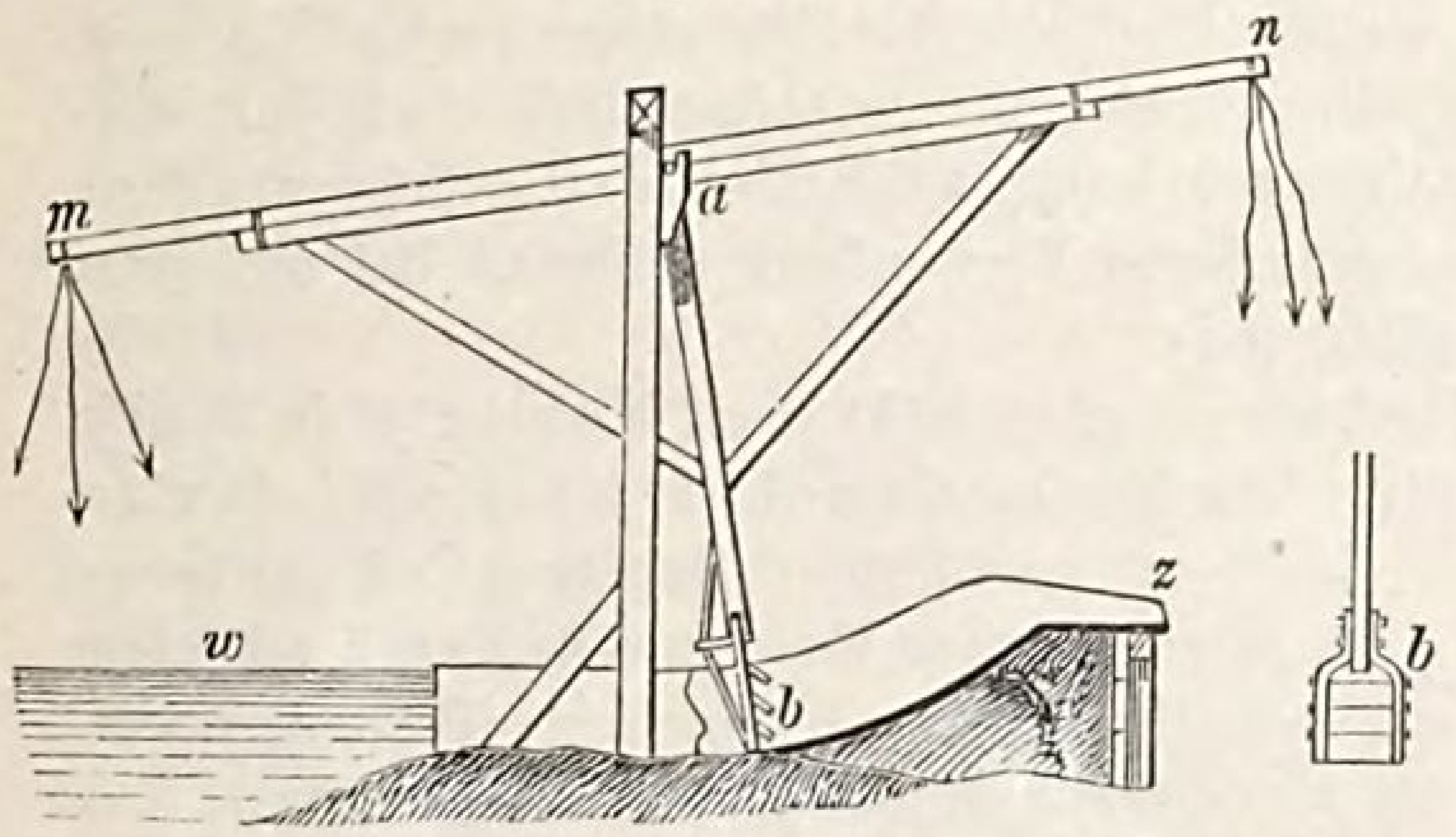
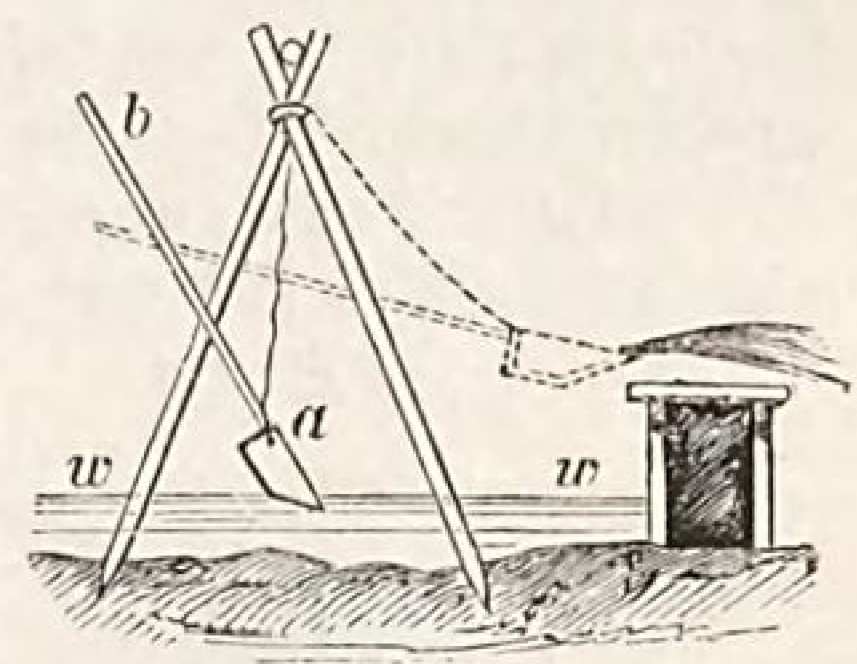
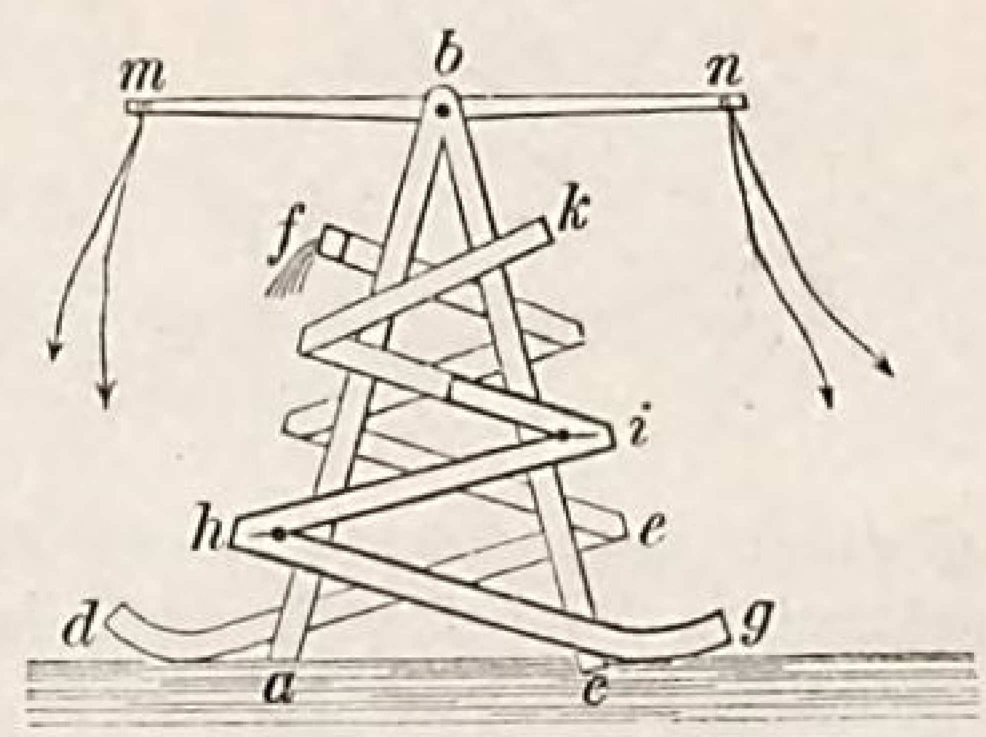


Fig. 309.



rinnes und wird in der Regel am Stiele bei *b*, von der Hand eines Mannes erfasst, der seinen Standpunkt auf einer Rüstung oder auf einem Flosse nimmt, wie man am besten aus Belidor, Arch. hydraul., Bd. 2, Cap. IV. Tab. VI, und aus Gilly-Eytelwein, Wasserbaukunst. 2. Heft, Tafel XV. §. 72 entnehmen kann. Nach Belidor ist ein geübter Mann im Stande, mittelst dieser Maschine in sechsstündiger Tagesarbeit eine Leistung von 120000 Meter-Kil. zu verrichten.

Fig. 310.



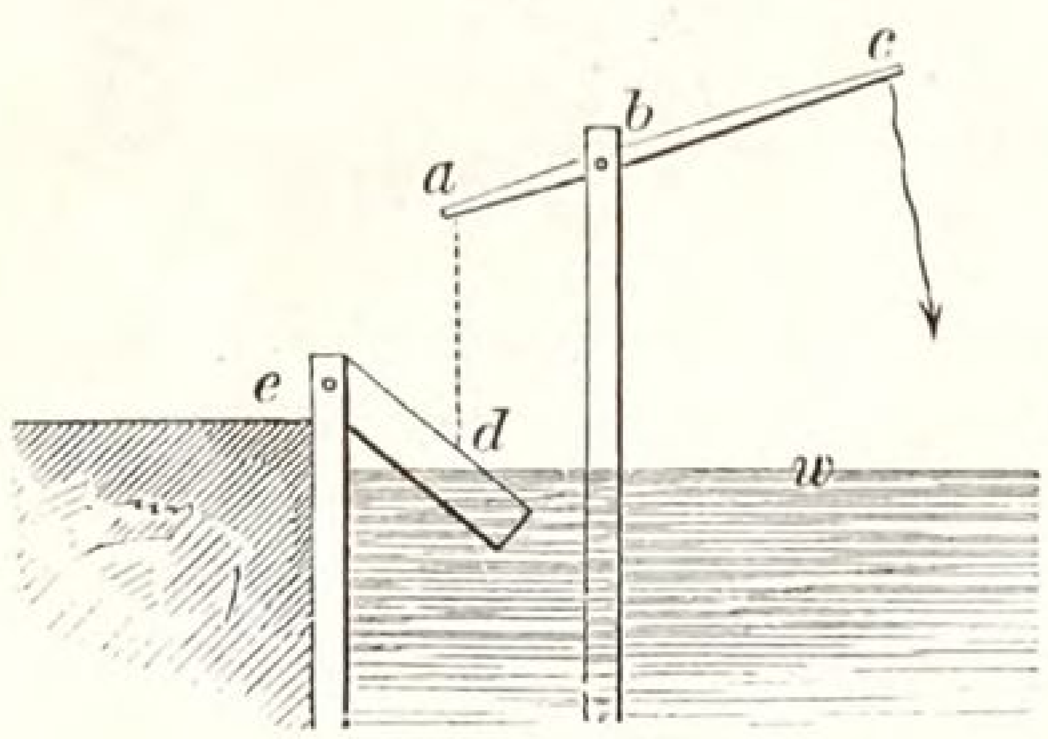
Ad 10. Conté's Zickzack-Maschine (Fig. 310), von Belidor bereits 1737 als Erfindung eines Franzosen Morel bezeichnet, besteht aus lauter viereckigen Rinnen *de*, *gh*, *ik* etc., doppelt und zickzackförmig zusammengefügt und das ganze System schliesslich an einem dreieckigen Rahmen *abc* befestigt, den man in *b* pendelförmig aufgehangen hat. An den Winkelpunkten oder an der Vereinigungsstelle je zweier der Rinnen sind Klappen oder Ventile angebracht, die sich nach oben hin öffnen.

Beim Gebrauche schwingt man die ganze Maschine um den festen Aufhängepunkt *b*, was unter Benutzung eines doppelarmigen Hebels (Schwingbaumes) oder dadurch geschehen kann, dass man (wie eine Abbildung bei Belidor belehrt), an den unteren freien Enden *a* und *c* des Rahmens Seile anbringt und durch Ziehen an denselben das abwechselnde Hin- und Herschwingen veranlasst. Bei dieser Bewegung streichen die beiden offenen Rinnenenden *d* und *g* durchs Wasser, schöpfen davon, werden höher gehoben und lassen die

Flüssigkeit, die Klappen passirend, aus einer der betreffenden Rinnen in die nächst obere übertreten. Beim entgegengesetzten Schwunge schliessen sich die Klappen wieder und verhindern das ungeeignete Zurückfliessen des Wassers. Gelangt auf diese Weise das Wasser aus einer Rinne in die andere, so erreicht es schliesslich die höchsten Hubstellen und kommt bei *f* und *k* zum Ausgusse in geeignet angebrachte Behälter. Schon Belidor giebt dem verticalen Eimerwerke vor diesem Zickzacke den Vorzug, was erklärlich ist, wenn man beachtet, welcher grosse Raum *dg* etc. schon als Schöpfbehälter erforderlich ist und welches verhältnissmässig grosses Rüstzeug die Aufstellung der Maschine nöthig macht. Beachtet man schliesslich noch, dass Stösse der in den einzelnen Rinntheilen abgesperrten Flüssigkeitsstränge (beim Wechseln der Schwingungsrichtungen des Rahmens) ganz unvermeidlich sind, der Wirkungsgrad also kein sehr günstiger sein kann, so darf man sich nicht wundern, dass diese Maschine fast keine praktische Verwendung gefunden hat und jetzt ganz der Geschichte anheim gefallen ist.

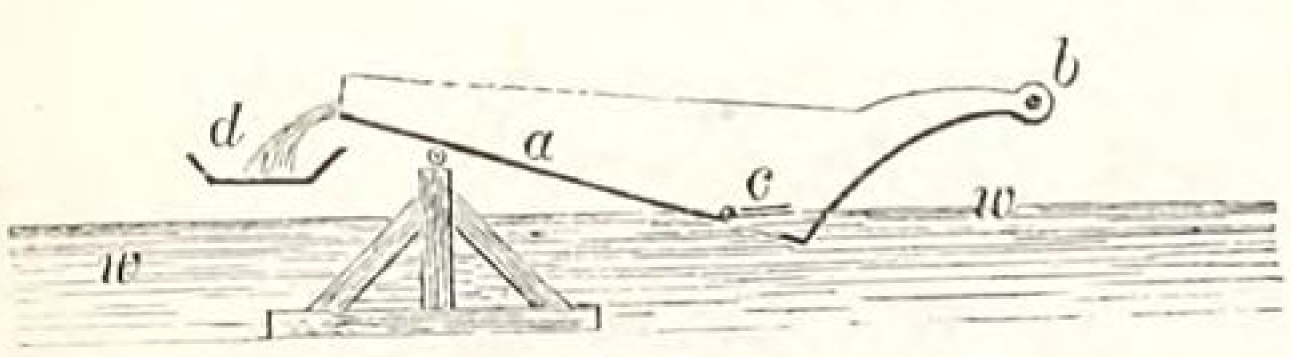
Ad 11. Schwengel-Hebetrog (Fig. 311) nach Navier[1]), in Italien sehr gebräuchlich und dort unter dem Namen Conchetta bekannt. Der um *e* oscillirende Hebetrog *ed* wird am äussersten Ende zuweilen auch mit einer Bodenklappe versehen. Besondere Vortheile bietet die Maschine nicht.

Fig. 311.



Ad 12. Handhebetrog (Fig. 312). Nahe dem zugespitzten Ende schwingt dieser Trog *ab* um eine feste Achse, während am anderen Ende ein sich nach oben öffnendes Bodenventil *c* den Eintritt des Wassers gestattet und dessen Rückkehr verhindert. Bei *b* fassen in der Regel Menschen an, die (wie bei Belidor[2]) aus detaillirten, grossen Abbildungen erhellt) ihren Aufstellungsort in dem (seichten) Wasser selbst oder auf geeigneten Stegen nehmen. Zuweilen construirt man diese Hebetröge auch doppelt[3]), wo dann an der Drehstelle des gleicharmigen, zweiarmigen Doppelhebels auch das Abflussgerinne für das geförderte Wasser angebracht ist. Dass hier die Förderhöhen nur gering sein können, versteht sich von selbst.

Fig. 312.



Ad 13. Schwingbaum-Ventil-Eimer (Fig. 313). Wenn die Hubhöhen bedeutender werden, ist es zuweilen vortheilhaft, Handeimer *ab* an einen Hebel *cde* zu hängen und letzteren durch ein Gegengewicht *e* so zu

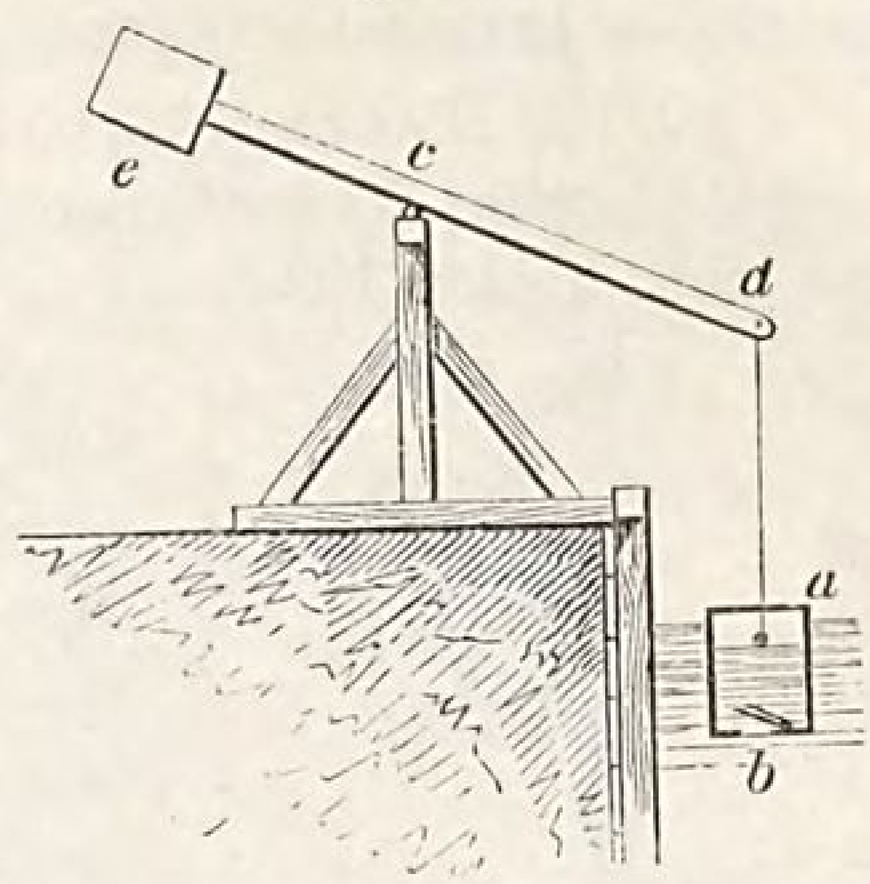
1) A. a. O. Troisième partie, Nr. 197.

2) Belidor a. a. O. 1. Thl. 2. Buch, Cap. IV. Tafel VI. Fig. 4, und Hagen (als beim Baue der Orleansbrücke angewandt) im Handbuche der Wasserbaukunst. Erster Theil (2. Auflage), S. 751.

3) Hagen a. a. O. S. 745.

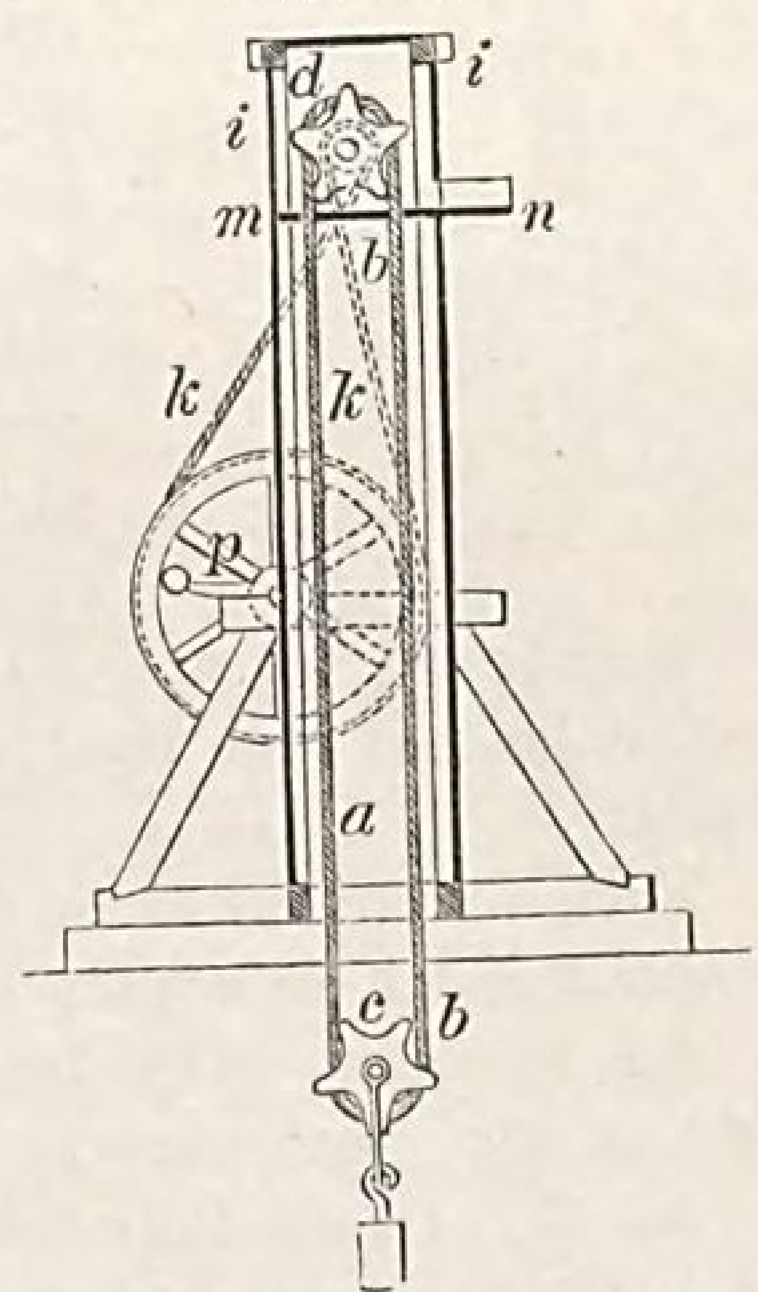
belasten, dass das Gewicht *e* dem Eimer das Gleichgewicht hält oder diesen trägt, wenn derselbe zur Hälfte gefüllt ist. Die Kraft zum Fördern des gefüllten Eimers ist dann ungefähr dieselbe, wie die zum Herabdrücken des leeren[1]). Navier[2]) räth, im Boden des Eimers ein Ventil anzubringen, was offenbar die Arbeit des Schöpfens oder Füllens erleichtert.

Fig. 313.



Ad 14. Seil- oder Bandmaschine (Fig. 314). In den Anmerkungen zur Navier'schen Bearbeitung des 1. Theiles der Belidor'schen Arch. hydraul., pag. 588, §. 3 liefert Navier eine Beschreibung dieser Maschine und vergleicht sie mit einer Ketten-Eimer-Noria, wobei man die Eimer (oder Töpfe) durch ein endloses Seil *ab* ersetzt habe, welches zwischen zwei geeigneten Walzen *c* und *d* ausgespannt ist und wobei die untere Partie *cb* in das Wasser taucht, aus welchem gefördert werden soll. Die erforderliche Bewegung wird durch Menschen, an einer Kurbel *p* arbeitend, erzeugt, wobei deren Umdrehgeschwindigkeit durch Einschalten eines Schnurlauf-Vorgeleges *kk* in geeigneter Weise multiplicirt wird. Das Wasser erhebt sich mit dem Seile *ab* und zwar lediglich durch die Adhäsion des Wassers an der Umfläche des Seiles. Im Boden *mn* eines Sammelgefässes *i* finden sich zwei Löcher, wovon das eine, nämlich das für das aufsteigende Seiltheil, weit, das andere, für den niedergehenden Theil des Seiles aber eng sein muss, um das Wasser herauszudrücken, ohne das Seil zu beschädigen.

Fig. 314.



Navier[3]) giebt an, dass man mittelst dieser Maschine Wasser (bei gehöriger Seilgeschwindigkeit[4]) auf 55 Meter Höhe gefördert habe, wobei der Umfang des Seiles (Taues) 45 Centimeter betrug. Die Nutzleistung soll dabei 0,40 von der betragen haben, welche man mit durch Kurbeln bewegte (verticale) Norias erhalten haben würde.

1) Hagen a. a. O. S. 745.

2) A. a. O. §. 194. (wobei Perronet citirt wird).

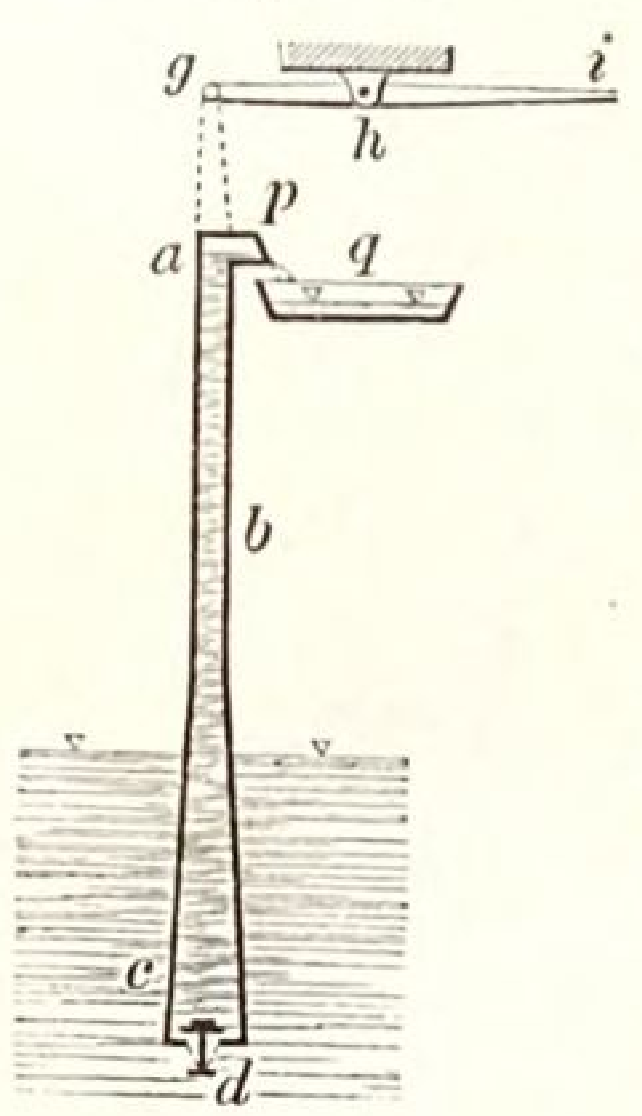
3) Resumé des leçons. Troisième partie, Nr. 234.

4) In der Navier'schen Bearbeitung des Belidor'schen Werkes wird im §. 3 von 1784 im Schlosse Windsor angestellten Versuchen berichtet, wo man mittelst der Vera'schen Seilmaschine aus 29 Meter Brunnentiefe förderte. Das Haarseil hatte 13 Centimeter Durchmesser, bei 30 Touren pro Minute der Kurbel *p* (Fig. 314) förderte das Seil nur wenig Wasser, bei 50 Touren schon viel und bei 60 Touren (allerdings nur kurze Zeit hindurch) wurde pro Minute

In Deutschland hat man (in grösserem Maassstabe) von Vera's Seilmaschine 1805 beim Baue einer steinernen Brücke über die Use zu Friedberg in der Wetterau Gebrauch gemacht. Mittelst zwei neben einander angebrachten Seilen förderte hier ein an der Kurbel thätiger Arbeiter pro Minute $5\frac{1}{2}$ Cubikfuss Wasser auf 8 Fuss Höhe, wobei die Geschwindigkeit des Seiles 13,9 Fuss pro Secunde betragen haben soll[1]). Zu den empfehlenswerthen Wasserfördermaschinen kann man dennoch die Seilmaschine nicht rechnen.

Ad 15. Hydraulischer Hohlstab. Diese von dem Franzosen Vialon vorgeschlagene Wasserfördermaschine besteht, wie Fig. 315 erkennen lässt, aus einer hohlen Röhre *abc*, die mit ihrem unteren Ende in das Wasser getaucht ist, aus welchem gefördert werden soll. Mit dem oberen Ende ist die Röhre am kurzen Ende *gh* eines Schwingbaumes aufgehangen, während am anderen Ende bei *i* ein betreffender Arbeiter anfasst und den Hebel *ghi* in solche Bewegungen versetzt, dass die Röhre mit dem Ende *c*, immer in's Wasser tauchend, in vertical auf- und absteigende Oscillationen versetzt wird. Durch die niedergehende Bewegung der Röhre wird die Trägheit des Wassers überwunden, dies zu einer aufsteigenden Geschwindigkeit veranlasst, und das Wasser schliesslich bei *p* zum Ausflusse mit einer lebendigen Kraft genöthigt, welche der vom Hebel *igh* aus übertragenen Arbeit proportional ist. Die Wassermasse im aufsteigenden Rohre darf nicht gering sein, während die Zeitdauer einer Oscillation der Röhre klein sein muss.

Fig. 315.



Navier[2]) hat nach Wissen des Verfassers die Theorie dieser Maschine zuerst aufgestellt und diese sehr richtig auf das Princip der lebendigen Kräfte gestützt.

Nach verhältnissmässig kurzer Zeit und bei gehöriger Regelung der auf- und absteigenden Bewegung der Röhre wird das Ventil *d* überflüssig[3]).

Ad 16. Der hydraulische Widder oder Stossheber wurde bereits von S. 348 an für unsere Zwecke hinlänglich erörtert.

Ad 17. Ueber Pulsometer (Dampf-Vacuumpumpen) wird ausführlich gehandelt am Ende des nächsten Paragraphen 17.

die verhältnissmässig beträchtliche Wassermenge von 0,0289 Cubikmeter gefördert. Als ein besonderes Uebel stellte sich die öftere nothwendige Erneuerung des Seiles heraus.

1) Ausführlich wird hierüber berichtet in Röder's Brückenbaukunde, Darmstadt 1821, Bd. 1, S. 108, und hiernach in Haindl's Maschinen zur Wasserförderung. München 1849, S. 55.

2) Resumé des leçons etc. Troisième partie, Nr. 235.

3) In besonderer Anordnung beschreibt Hachette die Vialon'sche „Canne hydraulique", worüber nachzulesen ist in dessen Werke: „Traité élémentaire des machines", Pg. 78, mit Abbildungen auf Pl. 2, Fig. 2.

§. 17.

Am Anfange des 19. Jahrhunderts hatte die bereits Bd. 2, S. 37 (Note 1) hervorgehobene Verwendung des Gusseisens zu den verschiedensten Gegenständen des Maschinenbaues in England bereits so an Umfang zugenommen, dass man sich nicht wundern konnte, wenn auch Wasserpumpwerke so weit als möglich ganz aus gegossenem Eisen hergestellt wurden.

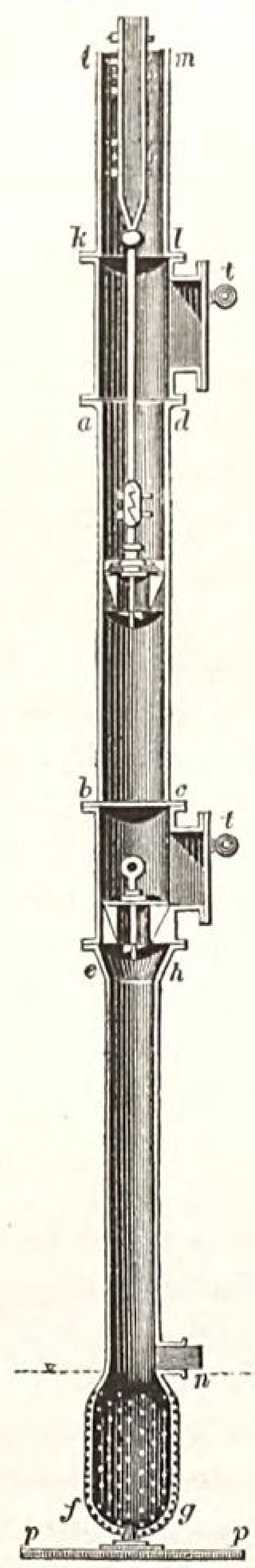
Von deutschen Ingenieuren, welche zu jener Zeit England bereist hatten, war keiner, der sich lobenswerther über die Fortschritte der Engländer im Gebrauche des Gusseisens als Baumaterial aussprach, als der bayerische Obergrath und Maschinendirector v. Baader in München und zwar in seiner 1797 erschienenen: „Theorie der Saug- und Hebe-Pumpen." Wir entlehnten diesem Werke die auf folgender Seite abgedruckte Fig. 316 eines sogenannten englischen, hohen Kunstsatzes[1]). Hierbei ist das 12 bis 13 Fuss lange Saugrohr *eg* (meistens) aus einem Stücke gegossen. Sein unterer, auf einer gusseisernen Fussplatte *pp* ruhender Theil (der Schlund) *fg*, welcher bis an die punktirte Linie unter Wasser zu stehen kommt, bildet einen erweiterten Cylinder, Saugkorb genannt, der gehörig mit Löchern versehen ist, um Wasser durchzulassen und gröberen Sand, Unrath etc. abzuhalten. Bei *n* ist noch ein kurzes Rohrstück angegossen, was mit einem Pflocke verschlossen und im Nothfalle geöffnet wird, wenn die Saugkorblöcher verstopft sind. Der kurze Cylinder *behc*, das Ventilstück, verbindet sowohl das Kolbenrohr *abcd* mit dem Saugrohre *eg*, als es hauptsächlich den Sitz für das Ventil enthält, zu dem man durch eine Art Verschlussthüre gelangen kann, welche (nach gehöriger Lösung von Schrauben) mittelst eines Griffes *t* abgenommen werden kann. Die Höhe des Kolbenrohres *abcd* beträgt dabei 9 bis 12 Fuss, sein Durchmesser (seine Weite) je nach dem Quantum des zu hebenden Grubenwassers 6, 8, 12, 16 bis 30 Zoll. Der Kolben ist gegliedert, die Ventile bilden geeignete Klappen[2]).

1) Man nannte seiner Zeit alle Pumpen mit durchbrochenem Kolben einen niedrigen Satz, wenn dass Saugrohr viel länger als der Kolbencylinder (der Stiefel) war, ersteres höchstens 24 Fuss, letzterer (das Kolbenrohr) bis zum Ausgusse des Wassers etwa 4 Fuss Höhe hatte. Bei einem hohen Satze betrug die Saugröhrenhöhe 8 bis 12 Fuss, während über dem Kolbenrohre noch so viel Aufsatzröhre angebracht war, dass die Förderhöhe Hunderte von Fussen betragen konnte. Hieraus erklären sich auch die Benennungen Saugpumpen und Hebepumpen. Die hohen Sätze waren auf den sächsischen Bergwerken fast allgemein üblich, wie dies die Beschreibung von Calvör (Maschinenwesen des Oberharzes, Theil I. §. 36) erkennen lässt. Eine Zeit lang sollen sie aus Deutschland (vom Harze?) fast gänzlich verbannt gewesen sein, wie dies u. A. Baader a. a. O. §. 128 berichtet. Mit Recht spricht sich Baader a. a. O. S. 170 ff. entschieden für hohe Sätze aus. Derartige hohe Sätze (aus Gusseisen hergestellt) wurden schon von Smeaton angewandt. Man sehe deshalb Farey, Pg. 213, Pl. IV.

2) In unserer Quelle sind diese sämmtlichen Originale auf Taf. IV. in guten Abbildungen nach hinlänglich grossem Maassstabe gezeichnet zu finden.

Gerade über dem Kolbenrohre findet sich ein zweiter, dem unteren *bceh* ganz gleicher Cylinder aufgeschroben, der ebenfalls mit einer Thür versehen ist, um den Kolben untersuchen, herausnehmen etc. zu können. In dem noch sichtbaren Theile des sogenannten Aufsatzrohres *iklm* bemerkt man auch ein Stück des hölzernen Gestänges als Fortsetzung der eisernen Stange des Kolbens.

Fig. 316.



Mit Hülfe der hohen Pumpensätze vermochte man dennoch das Wasser nicht höher als bis zum Standpunkte (Horizonte) der Betriebsmaschine, in der Regel eine einfach wirkende Watt'sche Dampfmaschine von der Art zu heben, wie solche bereits Bd. 1, S. 408 (erste Auflage und S. 503 (zweite Auflage) besprochen wurde. Diesem Uebelstande halfen die bereits 1796 von Murdock eingeführten Druckpumpen oder Pumpen mit nicht durchbrochenem Kolben ab, die man sogleich mit Morland's Taucher- (Plunger-) Kolben ausstattete. Im Jahre 1801 traf ein Obersteiger (Captain) Lean (bei den Cornwaller Bergwerken angestellt) zuerst die Einrichtung, welche auf folgender Seite in Fig. 317 gezeichnet ist[1]), darin bestehend, dass alle Pumpensätze, bis auf den untersten $\alpha\beta$, aus Drucksätzen bestehen. Dass man den untersten Satz als Saugpumpe construirte, hatte einen doppelten Grund. Erstens um, wenn die Dampfmaschine oder das Pumpwerk durch irgend einen Umstand ausser Betrieb kommt, mehr gesichert zu sein, indem bei einer Saugpumpe leichter zu helfen ist, wenn die arbeitenden Theile unter Wasser gekommen sind. Zweitens aber auch, um bequemer abteufen zu können, welches durch Anwendung eines Drucksatzes auf der tiefsten Sohle mit grossem Zeitverluste verbunden sein würde.

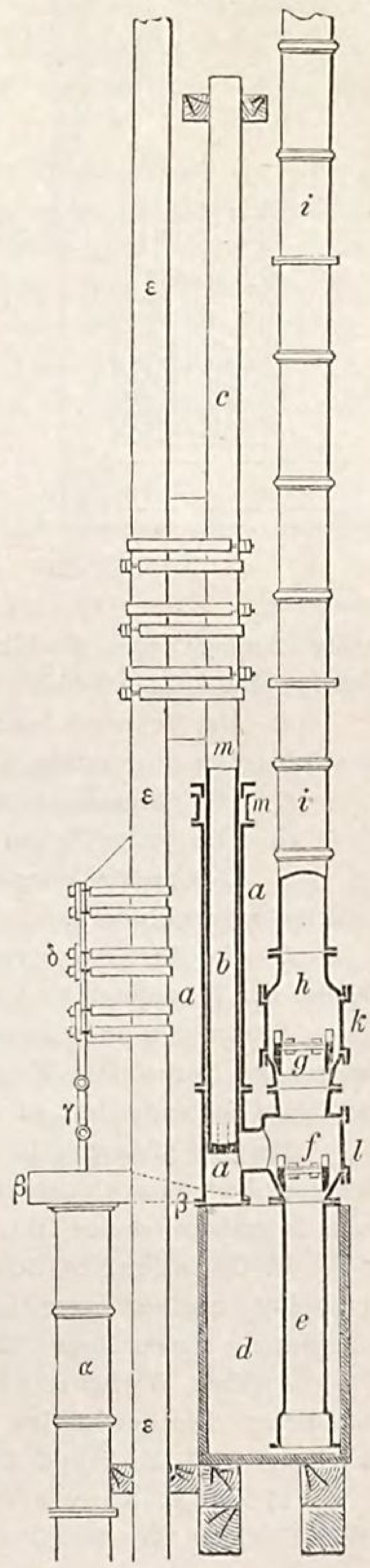
In Bezug auf Fig. 317 werde noch hervorgehoben, dass das eiserne Gestänge $\delta\gamma$ des Saugsatzes an dem Hauptgestänge $\varepsilon\varepsilon$ durch Bügel mit Schrauben und Brücke derartig befestigt ist, wie es die Abbildung erkennen lässt. Durch die am Gestänge δ sich oben befindende Charnüre γ wird die senkrechte Bewegung noch regulirt. Die Saugpumpe $\alpha\beta$ wirft das geförderte Wasser in den Wasserkasten *d* des untersten Drucksatzes *abhi*, von wo es, indem es die Ventile *f* und *g* passirt, durch das Steigrohr *i* in den Kasten des folgenden Satzes u. s. w. bis zu

1) Dieck, Maschineninspector zu Bochum: „Bemerkungen über die Förder- und Wasserhaltungs-Dampfmaschinen auf den Kohlen-, Zinn- und Kupfergruben Englands und Schottlands. Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau u. Hüttenkunde. 21. Bd. 1847, S. 412, unter d. besonderen Ueberschrift: „Die Pumpenvorrichtungen der Cornwall'schen Wasserhaltungsmaschinen".

Tage gelangt. Die Dichtung des hohlen Taucher- (Plunger-) Kolbens *b*, in dem nur wenig weiteren Arbeitsrohre *a*, geschieht mittelst Hanf und einer Stopfbüchse *m m*.

In allen Fällen vollzieht die Kraft der einfach wirkenden Balancier-Dampfmaschine (Bd. 1, Fig. 253 [erste Auflage] und Fig. 322 [zweite Auflage]), wobei der Dampf nur auf die obere Kolbenfläche wirkt, blos das Heben des Gestänges, dessen Gewicht dann die Pumpenkolben herabdrückt. Ist die Gestänglast, welche beim Niedergange das Wasser mittelst Druckpumpen heben soll, grösser oder geringer als das Gewicht der zu fördernden Wassersäule, so muss man für erforderliche Ausgleichung sorgen. Ist das Wasser aus tiefen Gruben zu heben, so ist das Gestänge immer schwerer, als die zu hebende Wassersäule und man bringt dann Contrebalanciers an der Oberfläche und im Schachte an[1]). — Eine besondere Pumpe mit Taucherkolben spielt bei diesen Wasserfördermaschinen eine wichtige Rolle. Es gehört dieselbe einem Mechanismus an, den man „Katarakt" nennt[2]) und dessen Bestimmung ist, bei jedem Hubwechsel eine beliebig lange Pause zu erzeugen und die Anzahl der Hübe (pro Minute) zu reguliren, d. i. diese nach den Wasserzuflüssen in der Grube zu bestimmen. Gleichzeitig lässt sich der Katarakt auch als Hubzähler benutzen. Nicht ganz richtig ist es, wenn behauptet wird[3]), dass in dem Anbringen eines Kataraktes ein besonderer Grund des grösseren Wirkungsgrades der Cornwaller Hochdruck-Dampfmaschinen liege[4]).

Fig. 317.



1) Ausführliches über diese Ausgleichung giebt Dieck in den vorher citirten Bemerkungen etc.

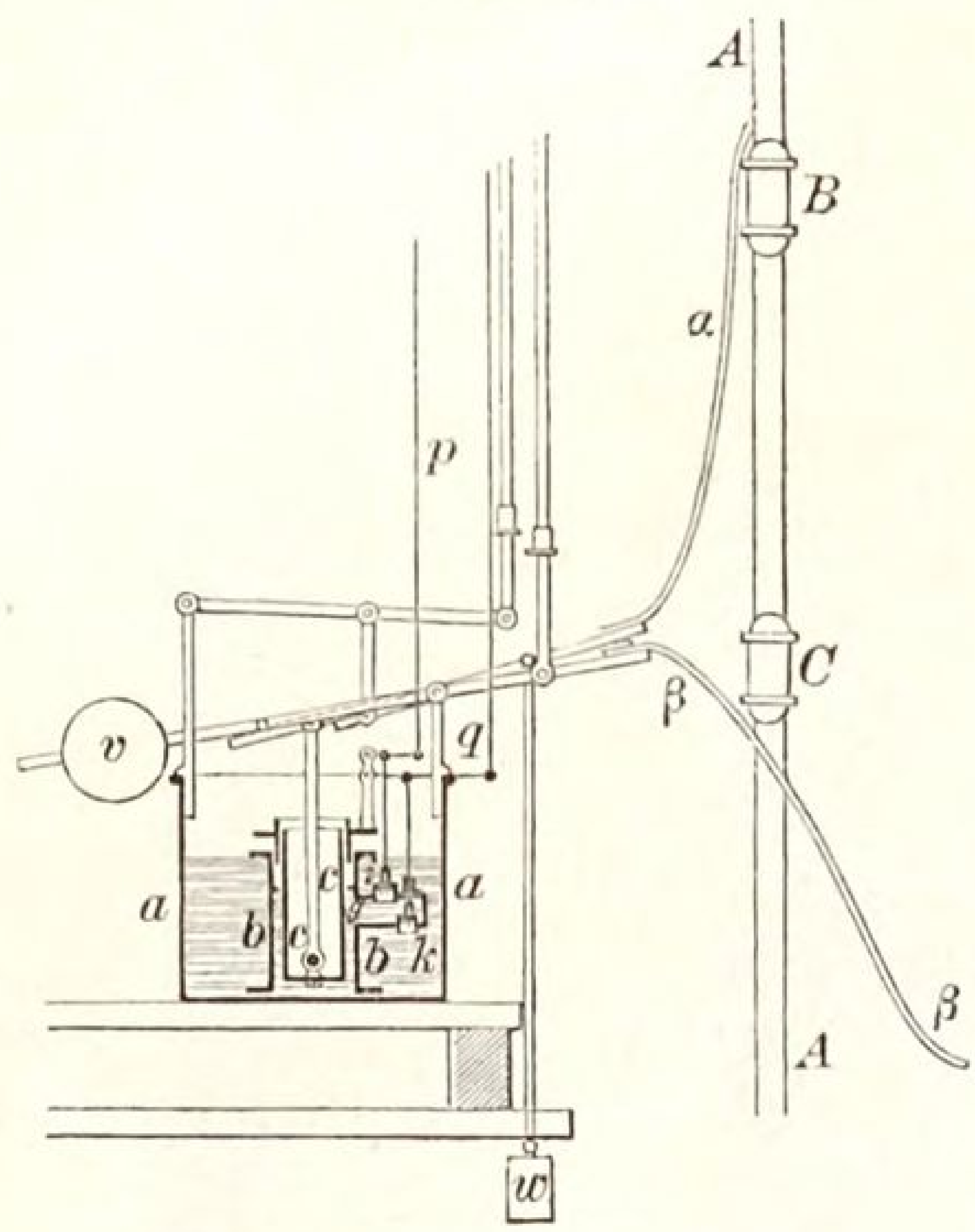
2) Wahrscheinlich ist der „Katarakt" eine Erfindung Smeaton's, wie dies bereits Bd. 1, S. 403, Note 3 (erste Auflage) und S. 499 (zweite Auflage) bemerkt wurde.

3) Auszug aus dem Tagebuche eines Reisenden durch Grossbritannien von London nach Cornwall und Süd-Wales im Jahre 1841. Anlage zu den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen 21. Jahrg. (1842), S. 13.

4) Die Ursachen, weshalb die einfach wirkenden Cornwaller Hochdruck-Dampfmaschinen fast alle anderen (namentlich die sogenannten Watt'schen) an Leistung übertreffen (Bd. 1, S. 470

Leider hat sich diese Glanzperiode der Cornwaller Wasserhaltungsmaschinen seit dem Jahre 1848 in das Gegentheil umgewandelt, wie namentlich C. Kley hierüber ausführlich berichtet [1]).

Fig. 318.



Für unsere Zwecke diene, unter Benutzung der Fig. 318, Folgendes zur Erklärung der Anordnnng eines Kataraktes und zur Einsicht in dessen Wirkungsweise.

Zunächst besteht der Katarakt aus einem Wasserbehälter *a* und dem damit verschraubten Stiefel *b* eines Taucher- (Plunger-) Kolbens *c*. Durch einen Canal *g* steht der Stiefel *b* mit zwei Ventilen *i* und *k* in Verbindung. Das letztere (*k*) öffnet sich nach Innen und regulirt den Eintritt des Wassers aus dem Behälter *a*, wenn der Kolben *c* gehoben wird, dagegen öffnet sich das andere Ventil *i* nach aussen und regulirt das Ausströmen des Wassers aus dem Kolbencylinder *b* in den Behälter *a*, wenn der Kolben *c* abwärts

erste Auflage und S. 579 zweite Auflage) und insbesondere verhältnissmässig wenig Steinkohlen bedürfen, sind folgende:

a. Der Gebrauch hochgespannter Dämpfe (3 bis 6 Atmosphären Ueberdruck).

b. Die sehr starke Expansion (8 bis 10fach).

c. Die guten Formen und Verhältnisse des Kessel, sowie deren Feuerungen.

d. Die vortrefflichen Condensationsvorrichtungen.

e. Die grosse Sorgfalt, jede mögliche Ausstrahlung und Mittheilung der Wärme zu verhindern.

f. die äusserst sorgsame fortlaufende Controle über den ökonomischen Effect der Maschinen.

Ausser den angeführten Quellen, worin über die grosse Leistung der einfach wirkenden Cornwaller Wasserförderungs-Dampfmaschinen gehandelt wird, dürfte noch auf folgende drei zu verweisen sein:

Hagen (Baurath in Hannover): „Ueber den Kohlenverbrauch der Wasserhebungs-Dampfmaschinen in Cornwall.“ Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. X. (1864), S. 58, sowie

C. Greaves, of Bow: „On the relations of power and effect in cornish pumping engines over long periods of working.“ Institution of mechanical engineers. Proceedings 1862, Pg. 147.

Julius Weisbach (Bergrath und Professor in Freiberg) in seiner Abhandlung „Die Fortschritte des Bergmaschinenwesens in den letzten 100 Jahren“. Freiberg 1867, S. 5 und 6.

1) Auf C. Kley's vortreffliches Werk: „Die einfach- und direct wirkenden Wolf'schen Wasserhaltungsmaschinen der Grube Altenberg bei Aachen,“

geht. Wird nun der Kolben *c* durch Gewichte *v* und *w* beziehungsweise abwärts oder aufwärts bewegt, so ist die dazu verwendete Zeit von der Grösse der Ventilöffnungen *i* und *k* abhängig, welche mittelst Stellschrauben an den Stangen *p* und *q* genau bestimmt werden kann.

Die Stangen *p* und *q* sind in entsprechender Weise in ihrer Fortsetzung nach oben mit den Steuerungswellen der Ventile für den Ein- und Austritt des Dampfes in dem grossen Dampfcylinder in Verbindung gebracht.

Die Pause, welche zu Ende eines jeden Hubes eintritt, ist gleich der Differenz der Zeiten, welche der grosse Dampfmaschinenkolben und der Kolben *c* des Kataraktes zu einem Hube brauchen und kann mittelst der Oeffnungen der Ventile *i* und *k* beliebig bestimmt werden.

Das Inthätigkeittreten und das Aufhören der Wirksamkeit der beiden Gewichte *v* und *w* (wovon ersteres den Kataraktkolben herabdrückt, letzteres *w* aufwärts zieht) wird durch lange, gebogene Steuerstangen α und β veranlasst, gegen welche beziehungsweise rechtzeitig Knaggen *B* und *C* drücken, die am sogenannten Steuerbaum *AA* der Dampfmaschine befestigt sind. Dieser Steuerbaum *AA* ist endlich am Parallelogramm des Balanciers so aufgehangen, dass sein Hub fast genau die Hälfte von dem des Dampfmaschinenkolbens beträgt[1]).

Die vielseitigste Anwendung von doppeltwirkenden Pumpen mit massiven, nicht durchbrochenen Kolben (Druckpumpen) machte der verdienstvolle deutsche Watt, Hofrath von Reichenbach in München, von 1808 ab, sowohl bei seinen Wassersäulenmaschinen (Bd. 1, S. 348 erste Auflage und S. 434 zweite Auflage), als auch in anderen Fällen, von welchen letzteren namentlich die 1820 erbaute sogenannte „Wassermaschine" der Stadt Augsburg (Fig. 319) bemerkt zu werden verdient[2]).

Die vier vorhandenen messingenen Druckkolbencylinder *cccc* (von 11 Zoll Weite) sind in einer geraden Linie neben einander gestellt und zu je zwei und zwei durch einen Ventilkasten *dd*, worin sich immer zwei Saug- und zwei Druckventile befinden, verbunden. Die Stangen der Druckkolben sind an eisernen Kunstkreuzen *b* gehörig aufgehangen und letztere wieder durch Lenkstangen mit der Warze eines einfachen, doppeltwirkenden Krummzapfens verbunden, der auf der verlängerten Welle eines 14 Fuss[3]) im Durchmesser haltenden Wasserrades *a* befestigt ist. Das reine Quellwasser wird auf die senkrechte Höhe von 100 Fuss in ein sogenanntes Hochreservoir gefördert, aus welchem ein 7 Zoll im Durchmesser haltendes Rohr das Wasser in die Stadt führt. Bei $10^1/_2$ Umgängen des Wasserrades pro Minute und 29 Zoll Hub

Stuttgart 1865, worin das gedachte Capitel der Cornwaller Wasserhaltungsmaschinen S. 6 und 7 ausführlich behandelt ist, kommen wir später zurück.

1) Specielleres liefert unsere Quelle, das bereits S. 241 citirte Werk etc. Nottebohm's, wo alle Details auf einer grossen Zeichnung, Blatt 24, zu finden sind.

2) Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 7 (1822), S. 257.

3) Alles baiersche Maasse. Ein baierscher Fuss = 0,292 Meter. Eine baiersche Maasskanne = 1,069 Liter.

der Druckkolben liefert das Werk 1500 Maass Wasser pro Minute oder 1500 baiersche Eimer pro Stunde [1]).

Die v. Reichenbach'sche Idee, alle vier Ventile (der De la Hire-schen Pumpe) in einem gesonderten Ventilgehäuse *dd* (Fig. 319) zu placiren,

Fig. 319.

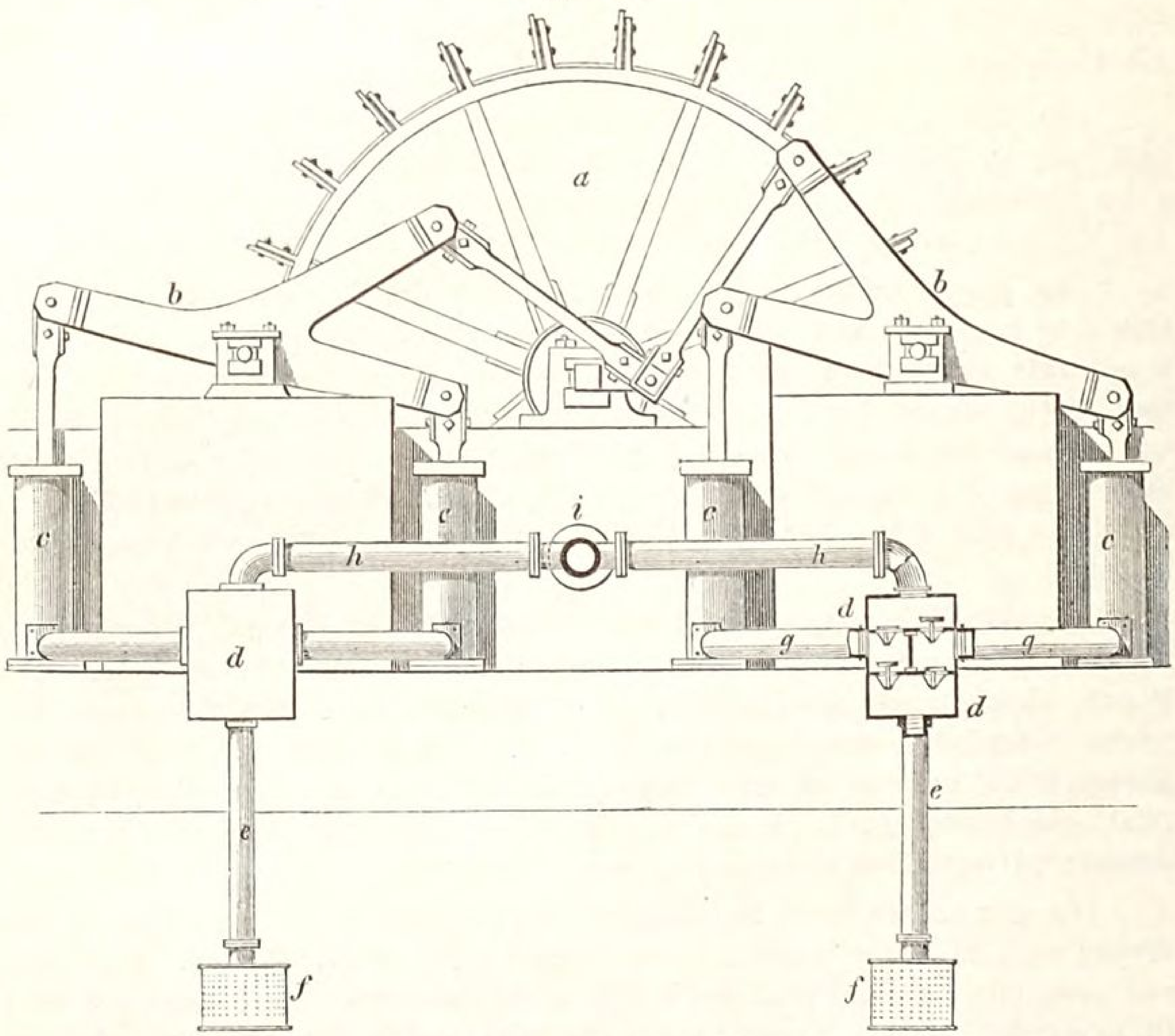
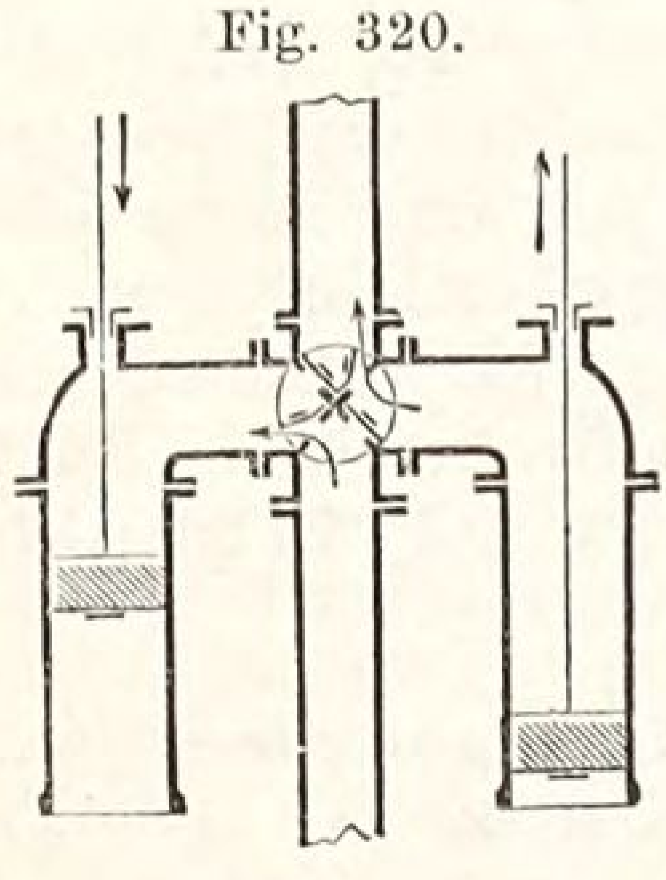


Fig. 320.



führte Schitko 1828 bei den Pumpen der durch eine Wassersäulenmaschine getriebenen Kunstsätze im Leopoldsschachte zu Schemnitz in der gedrängten Weise aus [2]), wie solches aus Fig. 320 erhellt und wobei überdies noch Saug- und Druckrohr unmittelbar über einander in derselben Verticalen liegen. Das Ventilgehäuse wird hierbei durch vier Wände in vier Fächer abgetheilt, wobei jede Wand mit einem Durchbruche versehen ist, welcher durch das darüber gelegte Ventil geschlossen oder geöffnet werden kann. Die Kolbencylinder sind unten offen, in der

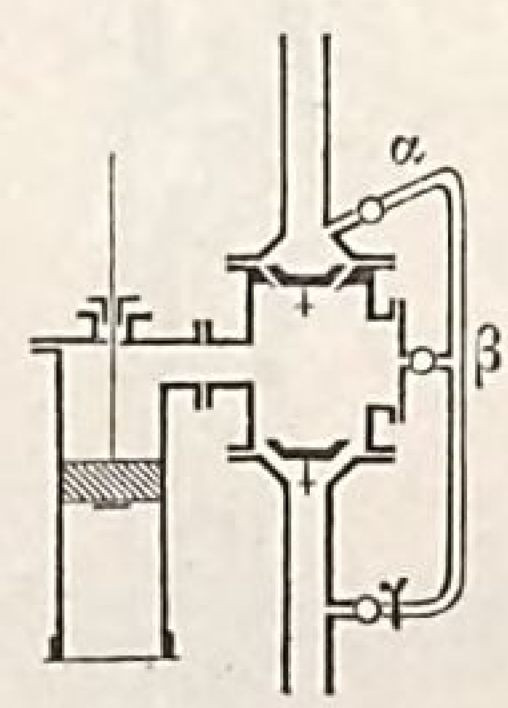
1) In der Maschinenmodellsammlung der königlich technischen Hochschule zu Hannover befindet sich ein schönes Modell dieser Reichenbach'schen „Wassermaschine", nach Wissen des Verfassers die erste ihrer Art (seiner Zeit) in Deutschland.

2) Gerstner, „Handbuch der Mechanik." 3. Band (1834), §. 219, Taf. 86

Ausführung aber mit einer aus hölzernen Röhren gebildeten Fortsetzung nach unten hin ausgestattet, die bis ins Unterwasser hinabreicht und das Einziehen von Luft besser verhindert, als lederne, an der unteren Fläche der Kolben angebrachte Scheiben.

War es auch Thatsache (und ist es auch heute noch), dass Reichenbach mit seinen doppeltwirkenden Druckpumpen Salzsohle (bei der Ilsanger Wassersäulenmaschine Bd. 1, S. 355 erste Auflage und S. 442 zweite Auflage auf die senkrechte Höhe von 359 Meter 1229,41 Fuss bayerisch) ohne Weiteres zu fördern vermag, so war solches doch nur zulässig bei über Tag stehenden Maschinen, nicht aber bei Wassersäulenmaschinen, welche tief unten in den Schächten ihren Aufstellungsort nehmen müssen. Das lange Schachtpumpengestänge als Fortsetzung der Kolbenstange des Wassersäulen-Treibkolbens kann dann nur in Hinsicht auf Zugfestigkeit, nicht aber auf Druckfestigkeit in Anspruch genommen werden, wie dies u. A. auch bei der Lautenthaler Wassersäulenmaschine (des Hannoverschen Harzes) Bd. 1, Seite 357 und 358 (erste Auflage) und Seite 444 (zweite Auflage) erörtert wurde.

Fig. 321.



Die Anordnung der Pumpen wird bei letzterer so getroffen, wie es die Fig. 321 erkennen lässt[1]), wobei noch erwähnt werden mag, dass das Anbringen eines Seitenrohres wie $\alpha\beta\gamma$ zuerst bei der Huelgoater- (Junker-schen) Wassersäulenmaschine[2]) im Jahre 1830 ausgeführt wurde. Der Zweck dieses Rohres $\alpha\beta\gamma$ wird sich aus folgenden Bemerkungen ergeben.

Wenn man die Pumpe nach einem längeren Stillstande in Bewegung setzen will, ist es nothwendig, alle Theile derselben mit Wasser zu füllen, um alle vorhandene atmosphärische Luft auszutreiben, welche der Pumpenwirkung nachtheilig werden kann. Um daher das Saugrohr von oben aus mit Wasser füllen zu können, sind am alleruntersten (in unserer Skizze weggelassenen) Ende (wo dasselbe in das Unterwasser taucht) zwei sich nach Innen öffnende Klappenventile angebracht. Das gedachte Rohr $\alpha\beta\gamma$ hat aber den Zweck, die Räume über, unter und zwischen dem Saug- und Steigventile mit einander in Verbindung bringen und beziehungsweise absperren zu können, je nachdem die hierzu vorhandenen Hähne entsprechend gestellt werden.

Eine eigenthümliche, in Fig. 322 skizzirte Pumpenanordnung brachte zuerst 1836 der Bergrath Althans bei seiner Wassersäulenmaschine auf der Grube „Pfingstwiese“[3]) bei Ems in Ausführung. Hierbei ist der Ventilkolben durch eine von aussen gut abgedrehte Röhre b ersetzt, deren beide Enden in Stopfbüchsen g und i verschiebbar sind, die sich am Anfange der Steigröhre c

1) Jugler, „Ueber die (Jordan'sche) Wassersäulenmaschine zu Lautenthal am Harz.“ Notizblatt des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. III. (1853—1854), S. 18, Blatt 63.

2) Junker, „Machines à colonnes d'eau de Huelgoat (Bretagne).“ Annales des mines, Tome VIII. (1835), Pg. 95 et 247.

3) Bd. 1, Tabelle zu §. 86 erste und zweite Auflage.

und im Innern eines unbeweglichen Cylinders *d* befinden, der als Fortsetzung der Saugröhre *a* nach oben hin betrachtet werden kann. Der Röhrenkolben *b* ist hier mittelst der Warzen *ee* und eines besonderen Lenkers an das Pumpengestänge angeschlossen. Geht demzufolge *b* auf- und abwärts, während *a* und *c* unbeweglich bleiben, so saugt diese Pumpe beim Aufgange des Kolbens, wobei sich der äussere (weitere) Cylinder *d* ganz mit Wasser füllt, wozu natürlich das Ventil *α* am oberen Ende des Saugrohres geöffnet ist. Zugleich wird aber auch der Wasserinhalt von *b* in das Steigrohr *c* gehoben, indem sich ein Ventil *β* im Boden von *b* rechtzeitig schliesst. Beim Niedergange von *b* wird Wasser aus dem Cylinder *d* verdrängt, welches nur durch das Kolbenventil *β* nach oben hin entweichen kann und demzufolge gleichfalls in die Steigröhre *c* tritt. Hiernach fördert diese Pumpe allerdings sowohl beim Aufgange wie beim Niedergange des Rohrkolbens *d* Wasser, wird aber dadurch dennoch nicht im Sinne der De la Hire'schen Pumpe (S. 575 erste Auflage und S. 340 zweite Auflage) doppeltwirkend, indem sie nur beim Aufgange des Kolbens *b* Wasser ansaugt, beim Niedergange aber das Saugventil *α* völlig schliesst. Will man beim Auf- und Niedergange gleiche Wassermengen in das Steigrohr *c* treiben, so muss der Durchmesser des Rohres *b* nahezu $^5/_7$ vom Durchmesser des Cylinders (Kolbenrohres) *d* betragen[1]).

Fig. 322.

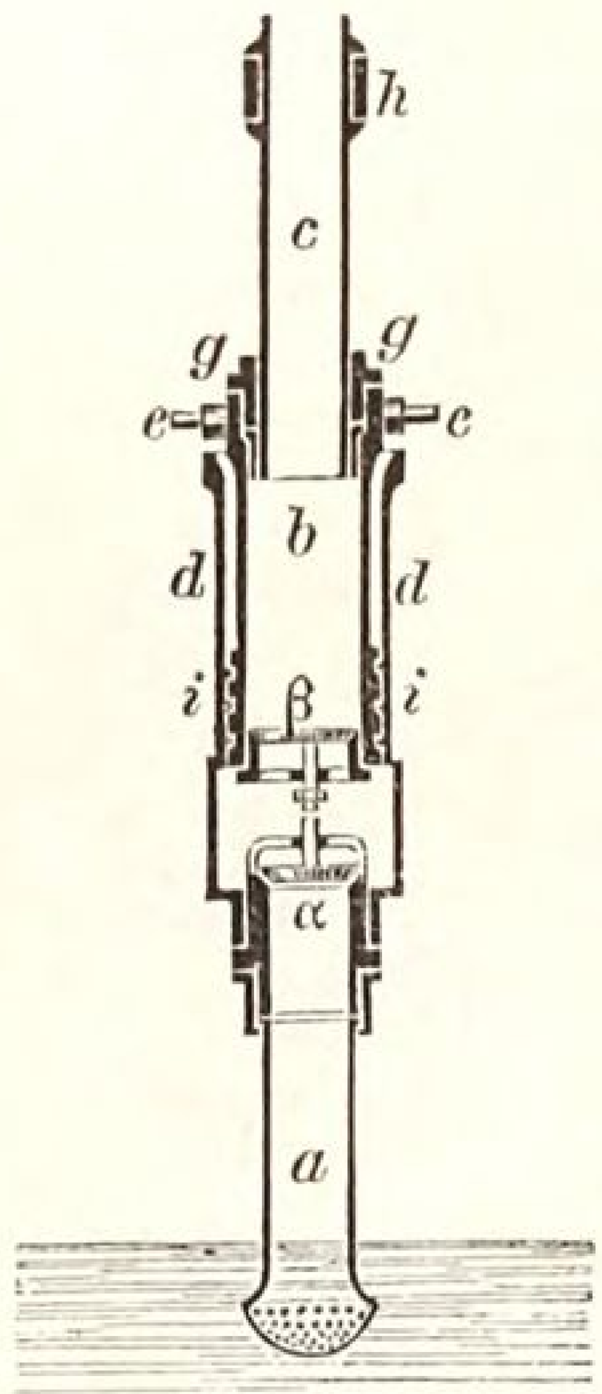
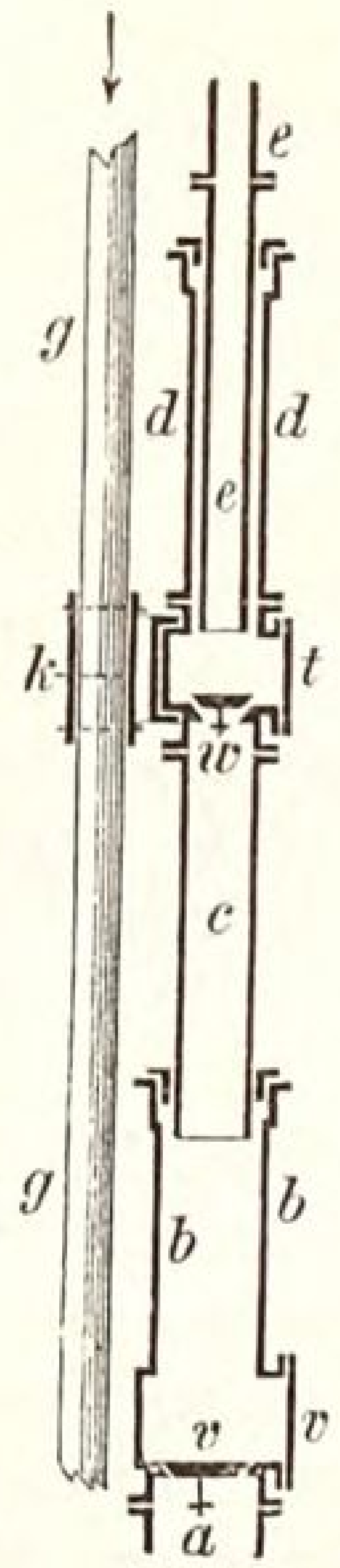


Fig. 323.



Althans gab seiner Maschine den Namen „Perspectivpumpe", weil die Röhren *b* und *d*, wie bei gewissen Perspectiven, in einander geschoben werden. Offenbar haben derartige Pumpen den Vortheil, dass sie sich leichter beaufsichtigen, bequemer schmieren und sich bei unreinem Wasser anwenden lassen.

Es dürfte hier der geeignete Ort sein, zugleich zu erwähnen, dass im Jahre 1849 der (damalige) Sectionsrath Peter Rittinger in Wien die Perspectivpumpe als einachsige Mönchkolbenhub-Pumpe in etwas veränderter Gestalt wieder zur Geltung brachte und in zwei Exemplaren bei den Steinkohlenschürfungen nächst Schlan in der Weise ausführte[2]), wie dies Fig. 323 erkennen lässt. Das Kolbenrohr *d* steht hier durch die Ventilkammer *t* direct mit dem Schachtgestänge *g* in der bei *k* angedeuteten Weise in Verbindung, während *e* und *b* völlig unbewegliche Rohrstücke sind, ferner am

1) Vollständige Zeichnungen dieser Althans-Pumpe lieferte Burg in Prechtl's Technologischer Encyklopädie, Bd. 11, Tafel 238.

2) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1850, S. 93, und daraus im Polytechn. Centralblatte, Jahrg. 1851, S. 1353.

Boden von *b* das Saugventil *a v* befindlich ist etc. Das Kolbenrohr *d* bewegt sich hier über dem untersten Steigrohrstücke *e* und gleichzeitig innerhalb des Cylinders *b* und zwar beiderseits mit wasserdichtem Schlusse. Die ganze Anordnung soll sich vorzüglich bewährt und zu vielfachen späteren Verwendungen beim österreichischen Bergwerksbetriebe Veranlassung gegeben haben [1]).

Eine eigenthümliche Hebepumpe, ungefähr aus derselben Zeit stammend [2]), mit hohlen Taucher- oder Mönchskolben, bei englischen Kohlengruben in Anwendung, ist in Fig. 324 skizzirt. Die erforderliche Liderung befindet sich in einer Nuth am unteren Ende des Steigrohres und gelangt man zu dieser Stelle durch eine Art Thorverschluss an der erweiterten Rohrstelle. Am oberen Ende ist der Hohlkolben mit dem erforderlichen Ventile versehen. Das Saugrohr ist sehr kurz und gelangt man auch hier durch einen geeigneten, dem vorbemerkten ähnlichen Verschluss zum Saugventile.

Fig. 324.

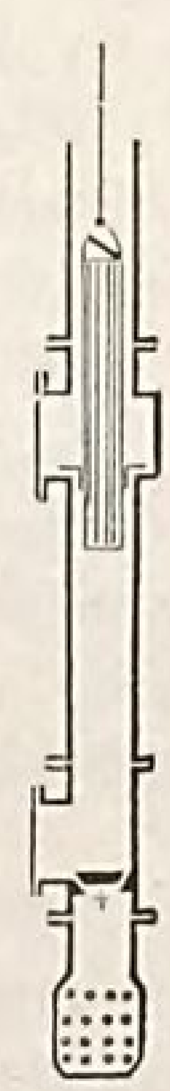
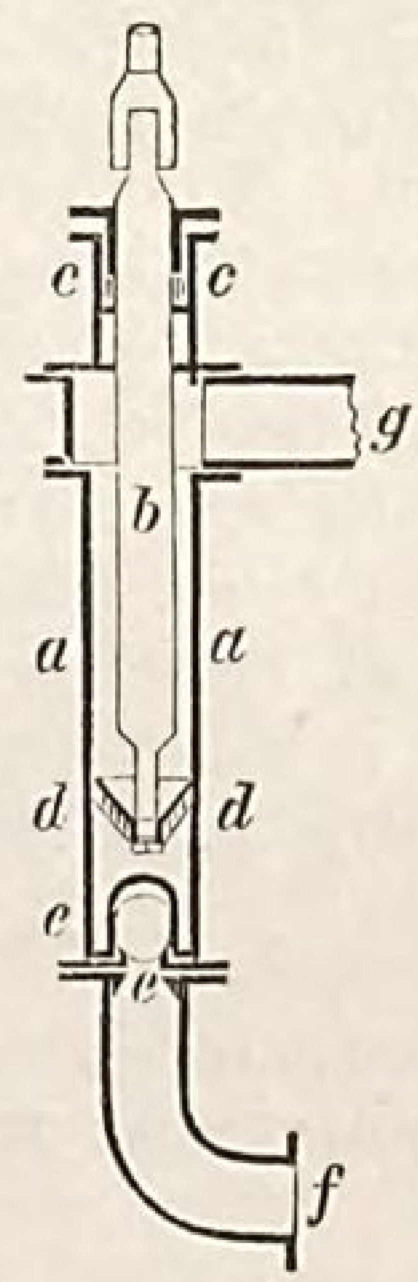


Fig. 325.



Aus der Betrachtung gewöhnlicher Hebepumpen mit dicken, hölzernen Kolbenstangen, wie sich solche bei alten sogenannten Stadtwasserkünsten und bei früheren Wasserhaltungsmaschinen für Bergwerke vorfanden, gelangte 1843 der Eisenbahn-Maschinendirector Kirchweger in Hannover zu der in Fig. 325 skizzirten Anordnung einer doppeltwirkenden Pumpe mit nur zwei Ventilen und nur einem Kolbencylinder (Stiefel) mit durchbrochenem Kolben [3]). Erreicht hat Kirchweger gedachten Zweck einfach dadurch, dass er den Kolbencylinder *a* oberhalb durch eine Stopfbüchse *c* schloss, die Kolbenstange *b* gehörig verstärkte, diese zum Taucher- oder Mönchskolben gestaltete und mit ihr einen durchbrochenen Kolben *d* verband. Man erkennt sofort, dass diese Pumpe mit der Perspectivpumpe die Eigenschaft gemein hat, den Stiefel *a* nur beim Aufgange des Kolbens voll Wasser zu saugen und gleiches Ausströmen durch das Rohr *g* aber bei jeder Kolbenbewegung zu veranlassen. Beträgt ferner der Querschnitt der verstärkten Kolbenstange die Hälfte des Stiefel- oder Kolbenquerschnittes oder der Durchmesser des Plungers *b* circa $^5/_7$ von dem Durchmesser des Cylinders *a*, so wird natürlich der Ausguss der Flüssigkeiten beim Auf- und Niedergange des Kolbens gleich sein [4]). Man pflegt diese Anordnung wohl auch Differenzialpumpe zu nennen.

1) Rittinger's Erfahrungen im berg- und hüttenmännischen etc. Maschinen-Bau- und Aufbereitungswesen. Jahrg. 1856, S. 23.

2) Karmarsch und Heeren, Handbuch der Gewerbkunde etc., Artikel „Pumpen", S. 904.

3) Eine Pumpe, nach demselben Principe arbeitend, jedoch mit zwei Stiefeln und Kolben von verschiedenen Durchmessern über einander an derselben Stange, beschreibt schon 1724 Leupold in seinem Theatr. machin. hydraul. 1. Theil, S. 118, mit Abbild. auf Tafel XXXVII. Dieselbe soll aus Dänemark stammen.

4) Soll auch die Kraft zum Erheben des Pumpenkolbens gleich der zum

Gegenüber der doppeltwirkenden Pumpe De la Hire's ist die Differenzialpumpe als eine Vereinfachung zu betrachten, da sich die vier Ventile De la Hire's bei letzterer Pumpe auf nur zwei reduciren; wobei man jedoch nicht ausser Acht lassen darf, dass die Differenzialpumpe nicht mehr Wasser fördert, als eine einfach wirkende Pumpe von demselben Kolbendurchmesser und Hube.

Unter sonst gleichen Umständen erhalten die De la Hire'schen Pumpen bei kleiner Wassermenge verhältnissmässig geringe Dimensionen, weshalb es dann besser ist, eine Differenzialpumpe in Anwendung zu bringen; dasselbe lässt sich auch sagen, wenn die Pumpe lange Leitungen erfordert, indem es dann immer zweckmässiger ist, doppeltwirkende Pumpen zu haben. Ein Uebelstand der Pumpe bleibt immer die grosse Stopfbüchse *cc*, welche viel Reibung erzeugt.

Da neben Kirchweger auch noch der Franzose Faivre in Nantes und der Engländer Thomson in London die Erstconstructeure der Differenzialpumpe sein wollen, so dürften nachfolgende Bemerkungen nicht überflüssig sein. Kirchweger führte die ersten Differenzialpumpen am Anfange des Jahres 1843 aus und beschrieb eine dieser Maschinen in der unten angegebenen Zeitschrift[1]). Unterm 19. Mai 1846 erhielt Ch. Faivre in Nantes ein Brevet auf dieselbe Pumpe und machte sie zuerst in dem unten citirten Armengaud'schen Werke bekannt[2]). Endlich behauptet der Engländer Thomson, dass er die Differenzialpumpe zuerst im Jahre 1848 bei den Wasserwerken der Stadt Bristol in Anwendung gebracht habe[3]).

Schliesslich werde noch erwähnt, dass Kirchweger die Differenzialpumpe in der Fig. 325 skizzirten Weise mit den (seit der Pariser Ausstellung

Niederdrücken sein, so muss (abgesehen von den sogenannten mechanischen und hydraulischen Widerständen) der Bedingung entsprochen werden:

$$D^2 . H = 2\, d^2 \left(H - h - \frac{l}{2}\right),$$

wenn D den Durchmesser des Stiefels a, d den des Plungers b, H die Total-Wasserförderhöhe, h die Saughöhe (Entfernung des Ventiles e vom Unterwasser) und l den Kolbenhub bezeichnet.

1) Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover. Jahrgang 1845, S. 266, unter der Ueberschrift: „Beschreibung einer doppeltwirkenden Druckpumpe.“

2) Armengaud ainé: „Publication industrielle des machines“ etc. Vol. VII. Pg. 106, Pl. 8.

Im Jahre 1856 machte der Pariser Mechaniker Farcot von der Faivre'schen Pumpenanordnung Gebrauch bei der Wasserversorgung der Stadt Angers und beschrieb dies Maschinenwerk auch in Armengaud's Journal „Le Génie industriel.“ Septbr. 1857, Vol. XIV, ohne Faivre irgendwie zu erwähnen, worauf in demselben Journale Vol. XIV. Pg. 276 Faivre (ziemlich heftig) seine Ansprüche geltend zu machen suchte.

3) Institution of mechanical engineers, proceedings 1862, Pg. 259, unter der Ueberschrift auf den beigefügten Abbildungen: „Double Cylinder Pumping Engines at Lambeth Water Works.“

von 1844 bekannten) Letestu'schen Trichterkolben[1] *dd* und einem Kugelventile *e* am oberen Ende der Saugröhre *f* vielfach als Pumpe für die Wasserstationen der hannoverschen Staatseisenbahnen ausführen liess. Später benutzte Kirchweger seine Pumpe bei den Maschinen zur Wasserversorgung der Stadt Hannover, worauf wir speciell zurückkommen werden.

Fig. 326.

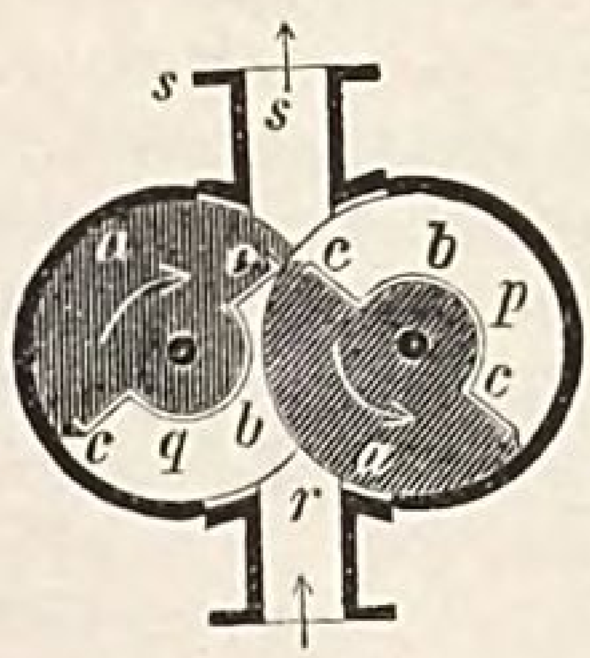
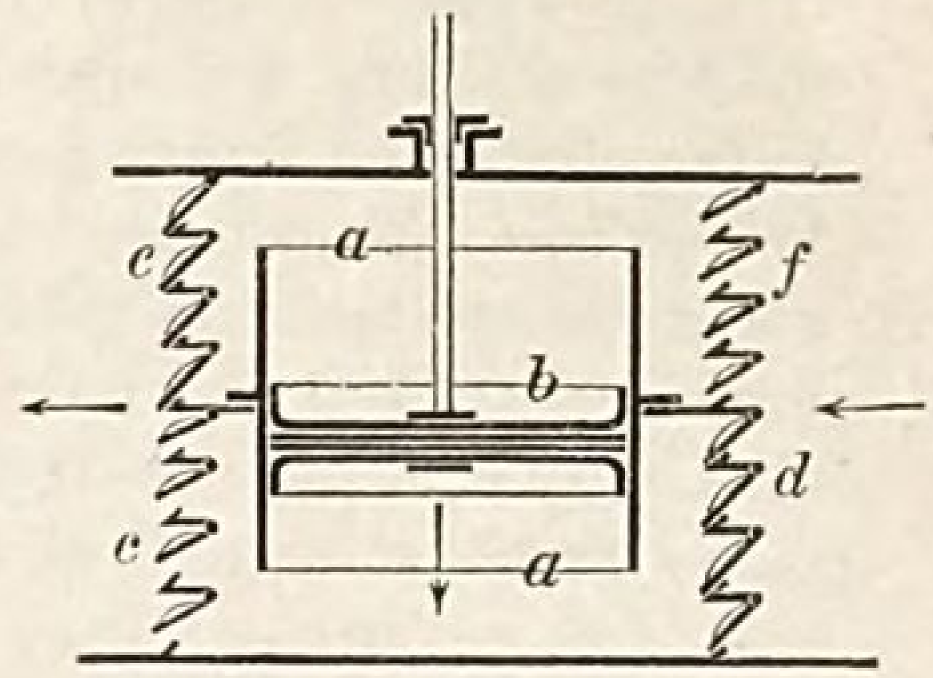


Fig. 327.



In den Vierziger Jahren[2] ging auch die in Fig. 326 gezeichnete rotirende Pumpe aus dem rühmlichst bekannten Hamburger mechanischen Atelier der Gebrüder Repsold hervor, welche damals viel Aufsehen erregte und wovon die von der Werkstatt der Erfinder selbst gelieferten Exemplare auch längere Zeit hindurch sich praktisch bewährten. Man könnte diese Pumpe als aus der Pappenheimiana (Fig. 290) hervorgegangen betrachten, wobei die Zähnezahl auf das Minimum, auf je einen Zahn, vermindert wurde.

In der That sind die Repsold'schen Pumpräder (Kapselräder) nichts Anderes, als einzähnige Stirnräder[3], wobei der Inhalt der bei einer Umdrehung geförderten Flüssigkeitsmenge fast ganz genau dem eines Zahnringcylinders ist.

Man beachte übrigens noch, dass die Constructeure bemüht gewesen sind, stets Metall und Leder aufeinander wirken zu lassen, wozu *cbc* Lederkappen sind, welche gehörig aufgezogen und mit ihren Enden an den Uebergangsstellen an den grossen Kolbenhälften gehörig befestigt sind. An diesen Uebergangsstellen sind übrigens *S*förmige Abrundungen erforderlich, wo die convexen Partien nach Epicykloiden und die concaven nach Hypocykloiden geformt sein müssen[4]. Diese Repsold'schen rotirenden Zwillingspumpen sollen übrigens noch gegenwärtig bei Feuerspritzen, ferner als Theerpumpen in Leuchtgasfabriken und nach der unten notirten Quelle[5] in England sogar als Kraftmaschine mit Wasserbetrieb (Kapselradturbine) Anwendung finden.

Fast um dieselbe Zeit (1845) ordnete Fijnje, königlich holländischer Wasserbau-Ingenieur (Ingenieur van de Waterstraat), die De la Hire'sche Pumpe bei Entwässerungsanlagen Hollands so an, wie die Fig. 327 erkennen lässt. Das Eigenthümliche dieser Disposition liegt darin, dass die Ventile *cdef*

1) Der Letestu'sche Kolben bildet bekanntlich einen durchlöcherten Trichter, in welchen eine Ledertute gesteckt ist, die über den oberen Trichterrand etwas hervorragt.

2) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, Jahrg. 1844, S. 208, Tafel XVI.

3) Prof. Reuleaux, „Ueber die Kapselräder." Ebendaselbst Jahrgang 1866 S. 49.

4) Ebendaselbst S. 49.

5) Prakt. mech. Journal, 1865—66, Bd. XVIII. S. 28.

in zwei Wänden eines viereckigen kastenförmigen gusseisernen Gehäuses angebracht sind, welches die eigentliche Pumpe *ab* umgiebt und diese wie sämmtliche Ventile unter dem Spiegel des zu fördernden Wassers liegen. Der Kolbencylinder *a* ist auf den Rändern der Scheidewände befestigt, welche den Kasten in eine obere und untere Hälfte, in zwei Kammern theilen. Einen ferneren Stützpunkt erfährt der Stiefel *a* von unten, der jedoch in unserer Figur weggelassen wurde. Die Stange des Kolbens *b* geht selbstverständlich oben durch eine Stopfbüchse. Diese Pumpen zeichnen sich besonders dadurch aus, dass sie dem ein- und austretenden Wasser einen grossen Ventil-Querschnitt darbieten, deshalb aber auch mit verhältnissmässig grösserer Kolbengeschwindigkeit arbeiten können etc. Ausführlicher über diese Pumpen wird in den unten angegebenen Quellen[1]) gehandelt. Man findet die Fijnje'sche Maschine gewöhnlich unter dem Namen „Kastenpumpe" aufgeführt. Gegenwärtig hat die Centrifugalpumpe die Fijnje'sche Pumpe fast überall verdrängt, worüber später berichtet werden wird.

Fig. 328.

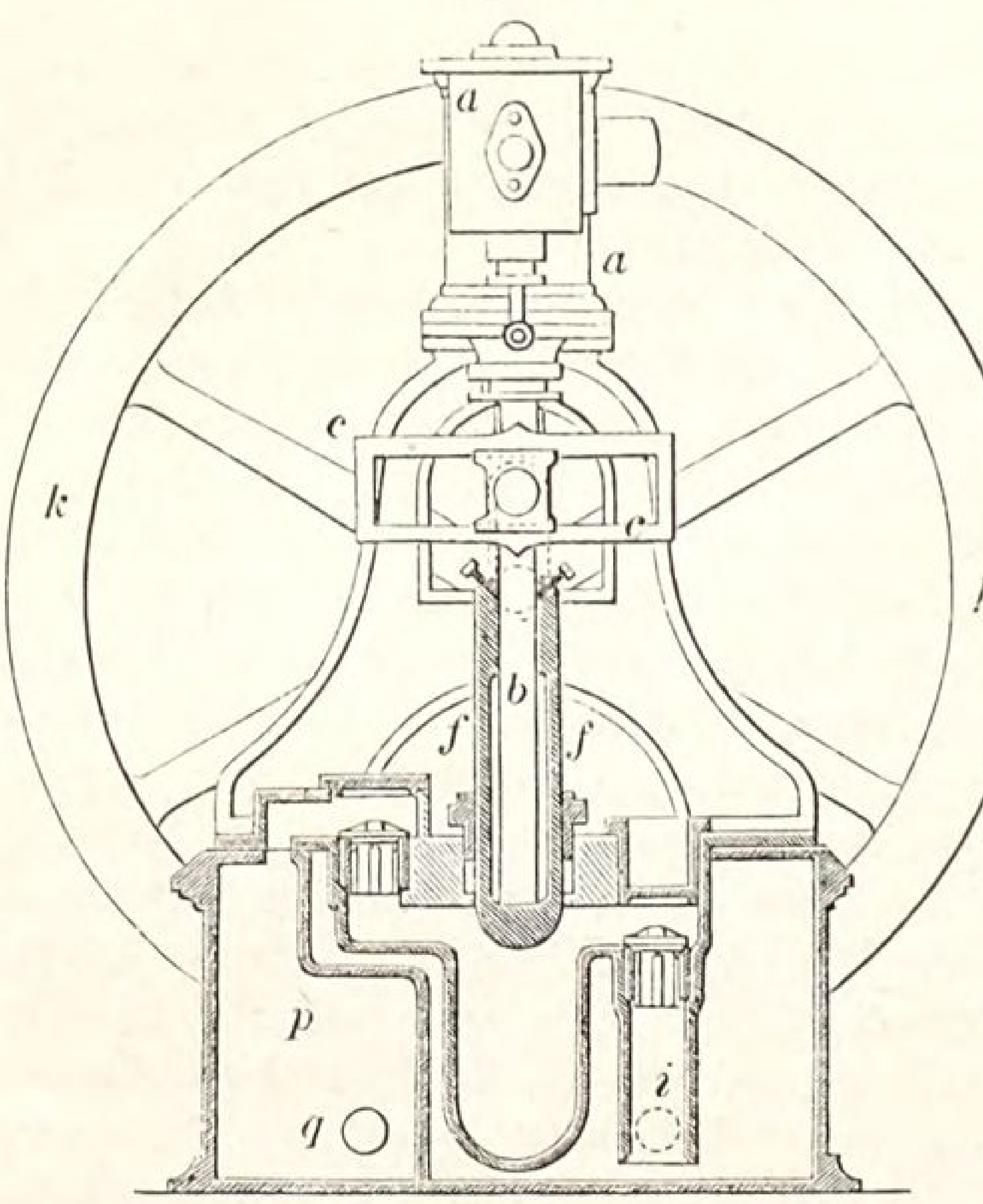
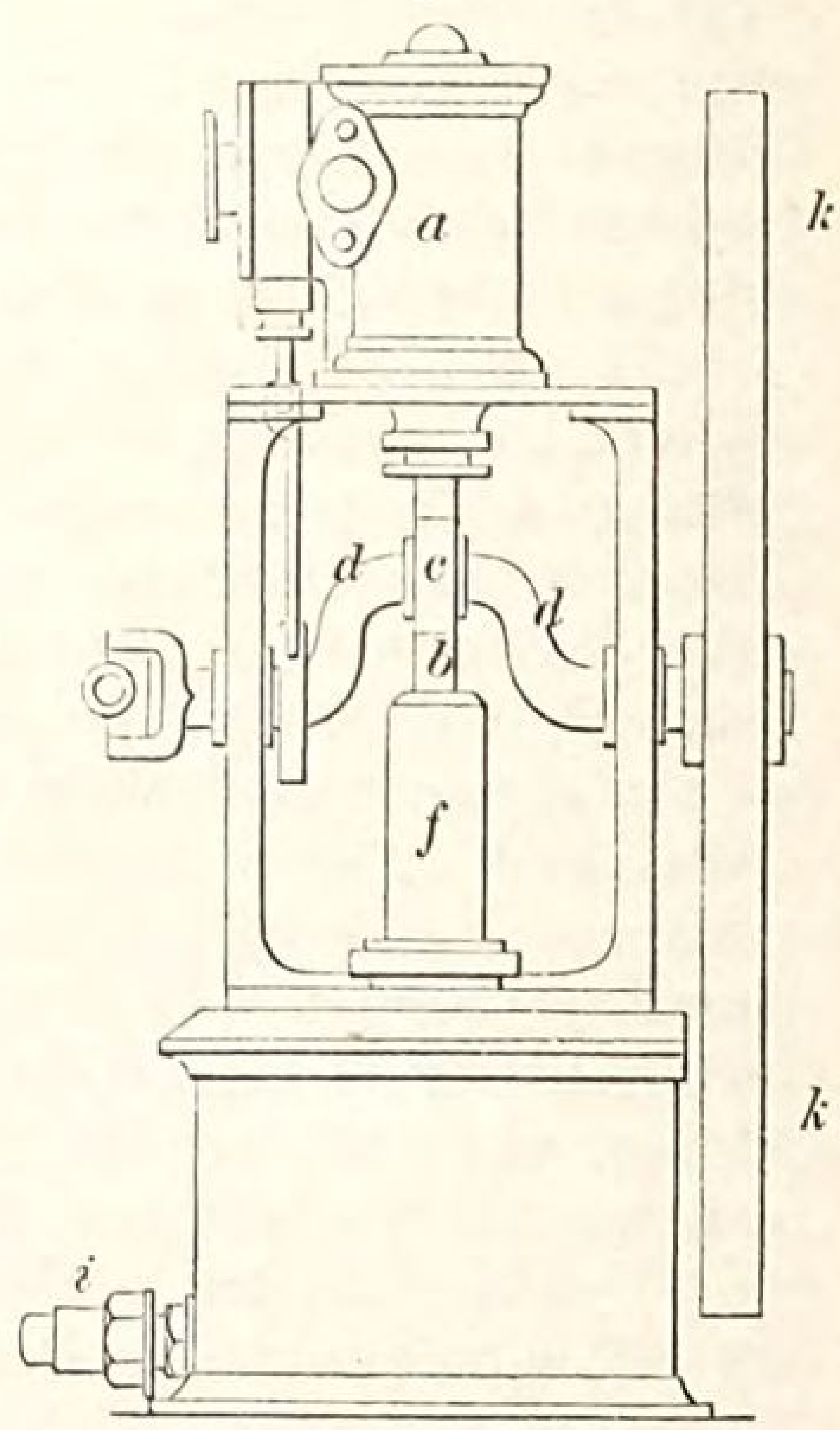


Fig. 329.



Eine recht praktische und deshalb beliebt gewordene Pumpenanordnung ist die in den Fig. 328 u. 329 abgebildete, im Jahre 1850 zuerst von Carett in Leeds[2])

1) H. F. Fijnje: „Het Stelsel van Water-Opvoering, in toepassing gebragt te Dreumel" etc. The Nijmegen, bij Thieme 1847. Ferner von Krüger: „Die Trockenlegung von Ländereien und die Kastenpumpen." Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen. Jahrg. 1858, S. 456. In letzterer Quelle ist (S. 455) angegeben, dass Fijnje seine Pumpenanordnung erst 1848 ausgeführt habe, was nicht richtig ist. Unsere vorbemerkte holländische Abhandlung datirt vom Jahre 1847 und ist dieser S. 10 eine Skizze der Pumpe eingeheftet, welche aus dem Jahre 1845 stammt.

2) Artisan 1850, Pg. 250.

ausgeführte sogenannte Dampfpumpe, oder eine einfachwirkende Pumpe, welche durch eine kleine Dampfmaschine a auf möglichst directem Wege getrieben wird. Das besonders Eigenthümliche der Anordnung besteht aber darin, dass ihr Kolben die geradlinige Fortsetzung der Dampfmaschinenkolbenstange bildet und dass man als Verbindungsmittel einen Rahmen cc construirte, in welchem die Warze des zugehörigen Krummzapfens dd bei ihrer Kreisdrehung hin- und hergleitet. Letztere Art der Bewegungsumsetzung pflegt man bekanntlich die Kurbelschleife oder die Sinusbewegung zu nennen[1]).

Wie aus der Abbildung erhellt, ist b die verlängerte Dampfkolbenstange, die in den Plunger f der Pumpe hineinreicht und mit diesem durch Druckschrauben fest vereinigt werden kann. Nach dem Lösen dieser Schrauben kommt die Pumpe ausser Thätigkeit, während die Dampfmaschine a zu anderen Arbeitszwecken verwendbar wird und wozu, wie aus Fig. 329 zu ersehen, die nach einer Seite hin verlängerte Krummzapfenwelle mit einem sogenannten Hook'schen Gelenk ausgestattet ist. Dass auch hier das vorhandene Schwungrad k dazu dient, die Krummzapfenwarze bei ihrer Drehbewegung im Verbande mit der Stange b über die sogenannten todten Punkte zu bringen, bedarf wohl keiner Erörterung.

Schliesslich werde noch darauf aufmerksam gemacht, dass der Raum p als Windkessel dient, durch die Oeffnung i das zu fördernde Wasser angesogen und durch die Oeffnung q weggedrückt wird.

Im Jahre 1848[2]) begann Appold in England mit der Herstellung brauchbarer Centrifugalpumpen und zwar zuvörderst zum Zwecke der Entwässerung von Ländereien, wobei er anfänglich rotirende Scheiben mit ebenen, schief gestellten Schaufeln, bald nachher aber mit stetig gekrümmten Schaufeln in Anwendung brachte, um das Wasser stossfrei in das Rad eintreten und ohne zu grosse Geschwindigkeit wieder aus demselben treten zu lassen.

Bei Gelegenheit der ersten internationalen Industrieausstellung im Jahre 1851 zu London hatte der französische General Morin Veranlassung, mit der Appold'schen Centrifugalpumpe gründliche Versuche anzustellen, woraus hervorging, dass ihr Wirkungsgrad 0,65 und selbst 0,68 betrug, also so gross war, wie der einer Kolbenpumpe mit etwas raschem Gange[3]).

1) Die Weglängen der Stange b nach aufwärts $= x$ repräsentiren die Sinus des Drehwinkels der Kurbelachse. Bezeichnet man daher die Bughöhe der Kurbel mit r und den Drehwinkel (von der Horizontalstellung der Kurbel aus gerechnet) mit φ, so hat man $x = r \sin. \varphi$. Man sehe hierüber auch Redtenbacher's Werk: „Der Maschinenbau." Erster Band, S. 358.

2) The Practical Mechanics Journal, Vol. IV. (1851—1852), Pg. 124 etc. In dieser Quelle wird unter der Ueberschrift: „A historical review of the Centrifugal Pump" die Geschichte der Entwickelung dieser Maschine von Demour (1732) an bis zum Jahre 1851 so vollständig abgehandelt, dass der Verfasser nur bedauert, hier nicht Raum genug zu haben, um Aller zu gedenken, welche sich um diese (jetzt) so brauchbar gewordene Maschine verdient gemacht haben.

3) Publication industrielle des maschines etc. par Armengaud ainé. T. 19 (1871), Pg. 300.

Die gleichzeitig von Bessemer und Gwyne mit ausgestellten und den

Die Figuren 330 und 331 sind den schönen Abbildungen des unten notirten Armengaud'schen Werkes entnommen, welche die Appold'sche Centrifugalpumpe der Londoner Ausstellung von 1851 darstellen und womit Morin experimentirte. Das Schaufelrädchen *a* hatte nicht mehr als 0,305 Meter (1 Fuss engl.) Durchmesser, 0,0762 Meter Breite, war mit 6 krummen Schau-

Fig. 330.

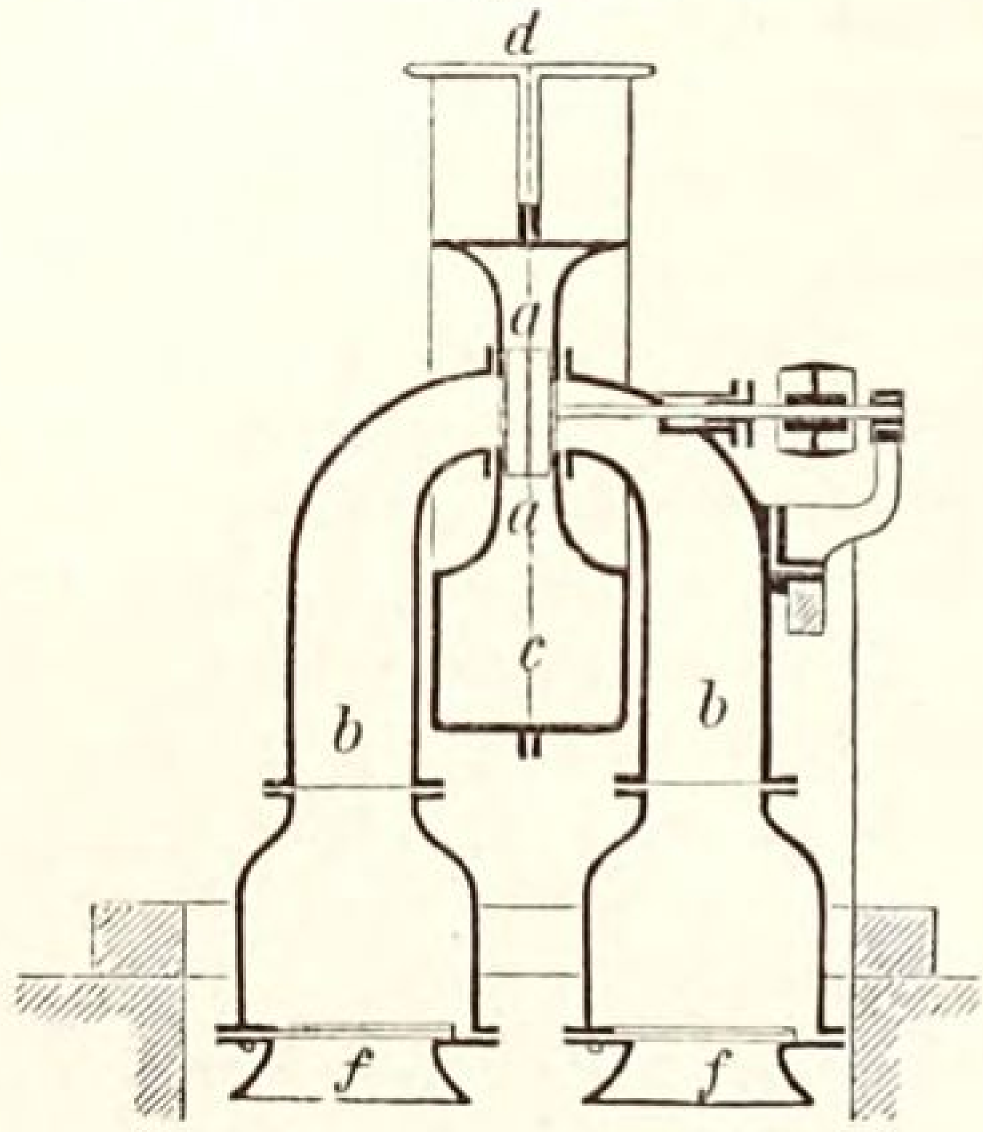
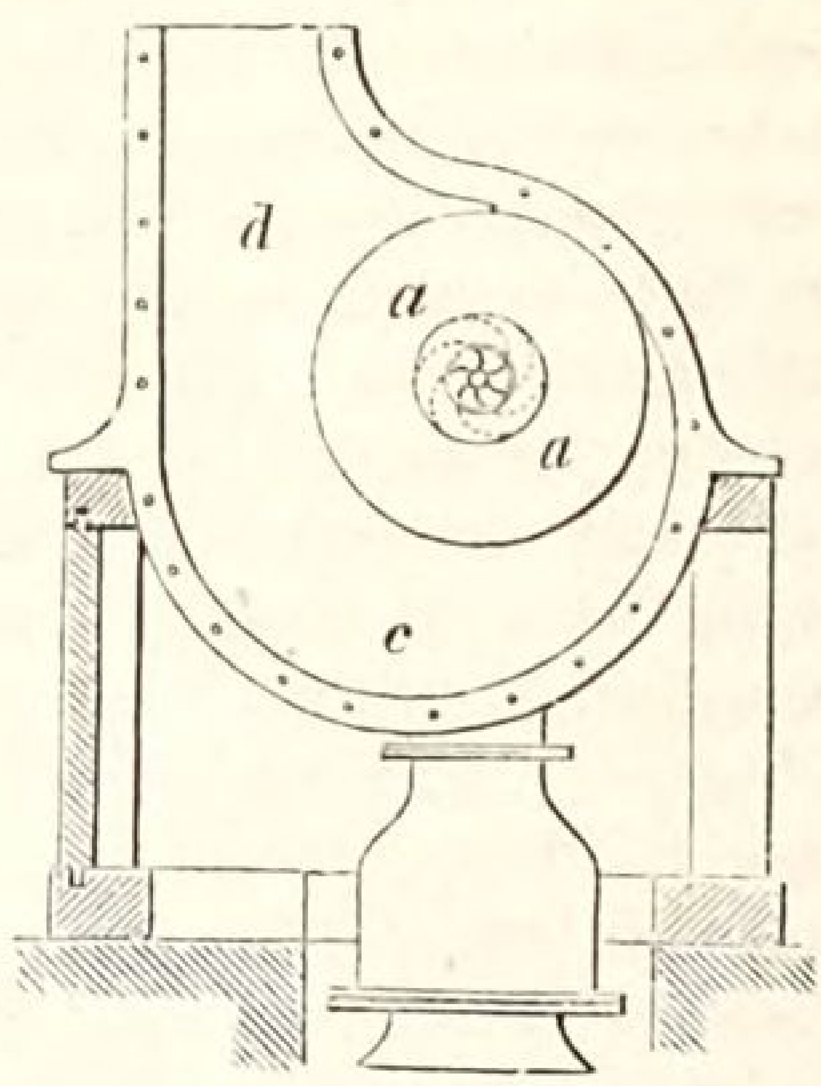


Fig. 331.



feln ausgestattet und förderte bei 788 Umläufen pro Minute ein Wasserquantum von 5,61 Liter auf 5,90 Meter Höhe. Ferner waren zwei Einläufe angeordnet, sowie man die tiefsten Stellen der Saugröhren *bb* mit sogenannten Fussventilen *ff* versehen hatte, welche sowohl beim ersten Ansaugen der Pumpe von Vortheil sind, als sie auch das Zurückfallen des Wassers während jeden Stillstandes verhindern. Um das Ein- und Ausbringen des Rades *a* möglich zu machen, hat man das umgebende Gehäuse durch einen Schnitt getheilt. Die Querschnitte des Leitgehäuses nehmen (ganz richtig) von *c* nach dem Steigrohre *d* hin zu, die Betriebswelle ist an zwei Stellen gehörig gelagert und ist beim Eintritte in das eine Saugrohr mit einer entsprechenden Stopfbüchse ausgestattet. Diese Appold'sche Pumpe gab den Ausschlag zu den mannigfachsten nützlichen Verwendungen, indess dauerte es lange, bis man sich über die Constructionsanordnungen, Dimensionsberechnungen etc. gehörig einigte, worauf wir später zurückkommen werden[1]).

Ein nicht unwichtiger Umstand zur Verbesserung mancher Pumpendetails war die von Goodyear (1839) in Nordamerika (Newhaven im Staate Connecticut) gemachte Erfindung, den Kautschuk zu „vulcanisiren", d. h. den Kautschuk mit gepulvertem Schwefel zu vermengen und die Masse in erhitztem Zustande zu verarbeiten, wodurch er gegen Kälte und Wärme widerstandsfähiger wird[2]). In Europa wurden die aus vulcanisirtem Kautschuk verfertigten

Versuchen unterworfenen Centrifugalpumpen mit ebenen, radialen Schaufeln gaben (damals) einen Wirkungsgrad von nur 0,23.

1) Ueber verschiedene andere Dispositionen, Constructions-Veränderungen etc. der Centrifugalpumpen berichtet Armengaud in dem vorher citirten 19. Bande (1871) seiner Publ. industr.

2) Karmarsch, „Geschichte der Technologie", S. 575.

Gegenstände eigentlich erst bekannt durch die Londoner internationale Ausstellung von 1851 [1]), seit welcher Zeit sich auch die Verwendung dieses Materials zu Ventilklappen, Ventilsitzen, Kolben etc. datirt. In Fig. 332 liefern wir (zugleich als Ergänzung zu Fig. 147 etc.) die Skizze einer namentlich bei Dampfschiffsmaschinen (als Luftpumpe) gebräuchliche Pumpe, welche mit tellerförmigen Kautschukklappen *a a*, *b b*, *d d* ausgestattet ist und deren Sitz (so zu sagen) von gehörig durchlöcherten Metallplatten gebildet wird. Derartige Ventile gestatten schnellere Kolbenbewegung, ohne zu schlagen. Perreaux in Frankreich wollte diese Tellerform durch Ventilkörper ersetzen, die dem Mundstücke einer Clarinette glichen. Der in der Mitte befindliche Schlitz öffnet oder schliesst sich, je nachdem er von unten oder von oben gegen die vorhandenen schrägen Flächen wirkt [2]).

Eine bereits 1848 in Frankreich patentirte doppeltwirkende Pumpe [3]) von Japy in Beaucourt (Oberrhein) erschien bei der Pariser internationalen Ausstellung von 1855 in der durch Fig. 333 bis 335 skizzirten, gedrängten Zusammenstellung [4]). Der messingene Kolbencylinder *K E* wird schwebend von

Fig. 332.

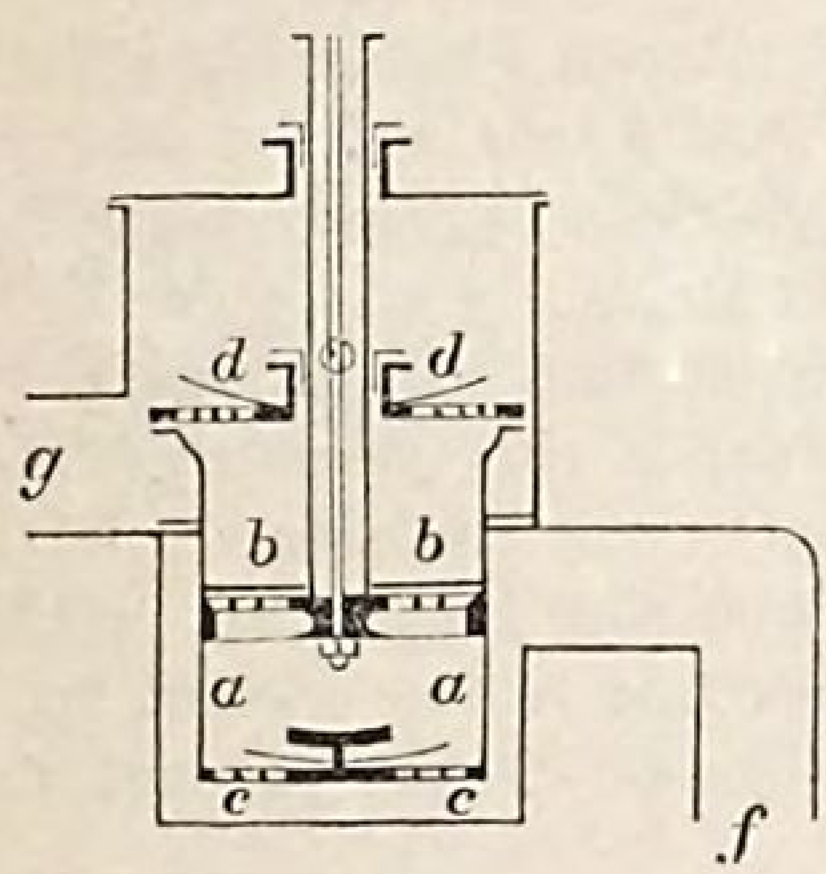


Fig. 333.

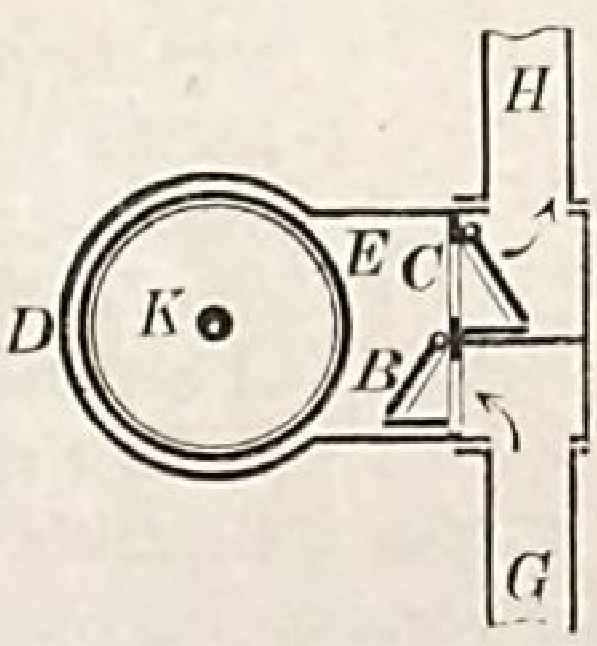


Fig. 334.

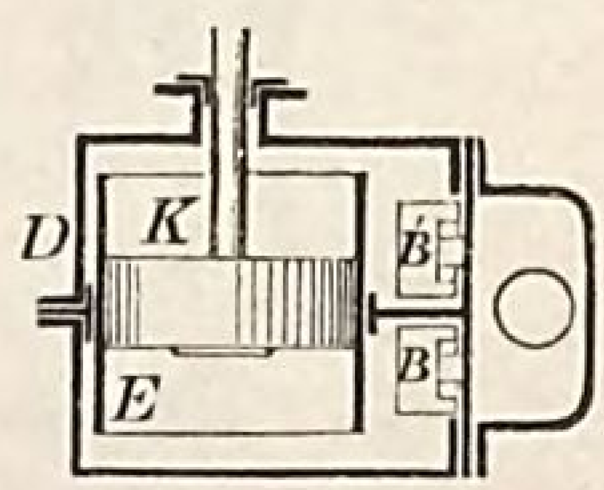
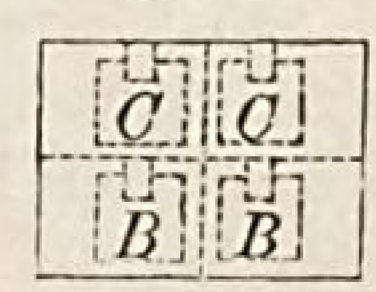


Fig. 335.



seitlichen Rippen gehalten, die man mit ihrem hohen Rande zwischen den Flantschen befestigt hat, welche zum Zusammenschrauben der beiden Hälften des äusseren Cylinders *D* dienen. Die vier vorhandenen Ventile (Fig. 335 besonders skizzirt) *B B* und *C C* befinden sich in einem seitlich angegossenen Kasten vereinigt und erinnert in dieser Beziehung die Pumpe an die bereits S. 364 besprochenen Reichenbach'schen Anordnungen. Der geringe Raum, welchen die Japy-Pumpe zu ihrer Aufstellung bedarf, und die Wohlfeilheit dieser übrigens durchaus nicht schlecht ausgeführten Maschine hat derselben, seiner Zeit, viel Beifall und besonders Eingang in den Hauswirthschaften und in der Landwirthschaft verschafft [5]).

1) Officieller Ausstellungsbericht vom Jahre 1851 von einer Commission der deutschen Zollvereins-Regierungen. 2. Theil, S. 703.

2) Man sehe hierüber Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 144. (1857), S. 327.

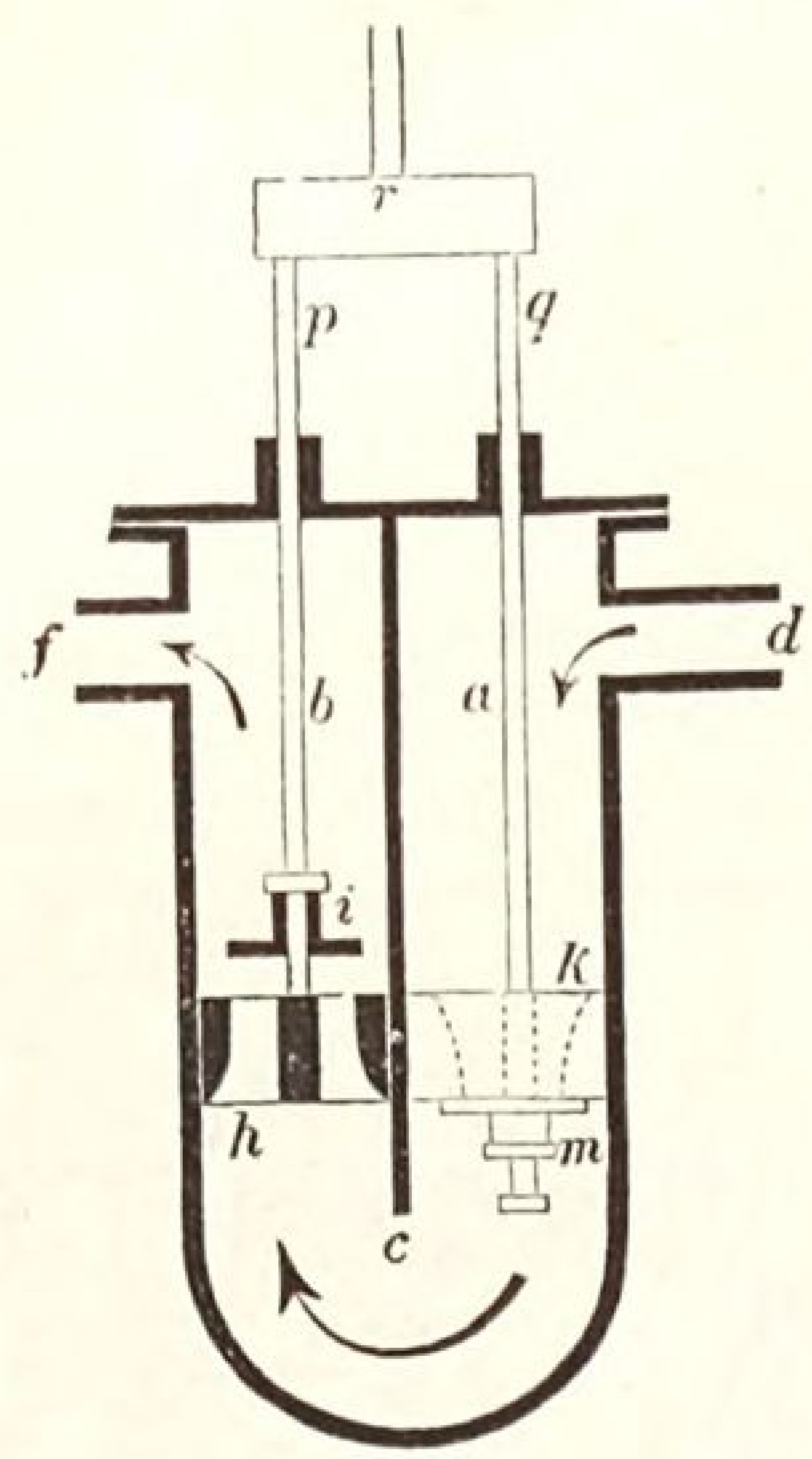
3) Génie industriel. T. I. Pg. 108.

4) Abbildungen erschienen hiervon 1854 im Génie industriel. T. VII. Pg. 113, Pl. 110. Ferner in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrgang 1856, S. 154.

5) Man sehe u. A. den bereits oben citirten illustrirten Katalog der Fabrik

Eine der sinnreichsten und einfachsten doppeltwirkenden Pumpen, von dem Nord-Amerikaner F. T. Vose (Massachusetts) herrührend und unterm 26. Januar 1855 für England patentirt, zeigt nebenstehende Fig. 336 [1]). Zwei unmittelbar neben einander befindliche Pumpencylinder *a* und *b* sind an ihren unteren (offenen) Enden durch ein gebogenes Rohr *c* so mit einander verbunden, dass eine freie Communication zwischen ihnen stattfinden kann. Oberhalb mündet in jeden der Cylinder (Stiefel) *a* und *b* ein Rohr, wovon das eine *d* zum Eintritte, das andere *f* zum Austritte der zu fördernden Flüssigkeit bestimmt ist. Beide Cylinder *a* und *b* sind mit durchbrochenen Kolben *h* und *k* versehen, sowie mit Ventilen *i* und *m* ausgestattet, wovon sich jedoch das Ventil *m* auf der unteren ebenen Fläche seines Kolbens *k*, das Ventil *i* aber auf der oberen Fläche des zugehörigen Kolbens *h* befindet. Oben gehen die Stangen *p* und *q* der Kolben durch Stopfbüchsen, während zugleich diese Stangen durch ein Querstück (Traverse, Kreuzkopf) *r* mit einander vereinigt sind. Da hiernach beide Kolben gleichzeitig auf- und abgehen müssen, wobei jedoch immer nur eins der vorhandenen Ventile geöffnet ist, so erkennt man bald, dass die Pumpe bei jedem einfachen Hube sowohl Wasser ansaugt als wegdrückt, d. h. dass sie doppeltwirkend ist.

Fig. 336.



So sinnreich die ganze Anordnung aber auch ist, so dürfte sich dieselbe für Pumpen von einigermaassen grösseren Dimensionen weniger eignen, als die Pumpe De la Hire's (Fig. 293) mit nur einem Kolben und nur einem Stiefel, ungeachtet der vier Ventile. Dem Verfasser ist die Vose'sche Pumpe seither auch nur als Hand-, Feuer- und Gartenspritze vorgekommen [2]).

Uebrigens ist noch zu bemerken, dass sich auch schon in Belidor's Architect. hydraulica, 1. Theil, 3. Buch, 3. Capitel, S. 55, Tafel II. die Abbildung (a. a. O. Fig. 17) einer Wasserpumpe mit zwei neben einander befindlichen Stiefeln vorfindet, in welchen sich durchbrochene Kolben mit Ventilen bewegen und wobei beide Stiefel mit einem und demselben Druck- oder Steigrohre verbunden sind. Der eine Kolben geht aufwärts, während sich der andere abwärts bewegt, demnach haben beide Kolben getrennte Stangen, so dass man die ganze Anordnung als eine doppeltwirkende Pumpe bezeichnen

und Ausstellung landwirthschaftlicher Maschinen und Geräthe des Commerzraths E. Ahlborn in Hildesheim.

1) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. III. (1857), S. 118.

2) Auch Polytechn. Centralblatt 1861. S. 234.

kann, welche durch die Vereinigung zweier einfach wirkenden Pumpen gebildet ist und die sich demnach von der Pumpe des Ktesibius (Fig. 286) nur dadurch unterscheidet, dass sie mit Ventilkolben ausgestattet ist. Auch die Anordnung zweier (durchbrochener) Ventilkolben in einem und demselben Stiefel ist ziemlich alt. Sie findet sich bereits bei Belidor (a. a. O. 3. Buch, 3. Capitel ebenfalls auf Tafel II. mit dazwischen gestelltem Wasserkasten). Ebendaselbst S. 49, Tafel I. und zwar mit der Angabe: „Zur Pariser Wasserkunst an der Pont de notre Dame gehörig.“ In dem zu Borgnis 1819 erschienenen Werke: „Traité complet de mécanique“ etc., Abtheilung „des machines hydrauliques“ wird eine ganz ähnliche Anordnung pag. 31, Pl. 8, Fig. 1 und 2, als „Pompe double de M. Marknoble“ aufgeführt, während Hachette in seinem „Traité élémentaire des machines“, pag. 99, Pl. IX. Fig. 1 und 2, eine solche Maschine als „Pompe à double piston, à l'usage de la marine“ bezeichnet. Bei Gelegenheit der ersten Berliner Industrie-Ausstellung (1844) producirte Brix eine ähnliche Pumpe, die sich neuerdings wieder (in Gesellschaft einer noch anderen Construction von Bersch) besprochen vorfindet in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. 2, 1858, S. 214. Das neueste und letzte dem Verfasser bekannt gewordene Exemplar einer Pumpe mit zwei durchbrochenen Kolben in demselben Stiefel ist in Fig. 337 skizzirt und zwar nach einer Zeichnung, welche sich im Génie industr. von 1860, pag. 212, als Hubert's Pumpe vorfindet. Man erkennt leicht dass sich bei der Bewegung die Kolben bald einander nähern, bald von einander entfernen, dass sich im ersteren Falle das Ventil des oberen, im zweiten Falle das Ventil des unteren Kolbens öffnet[1]) etc.

Fig. 337.

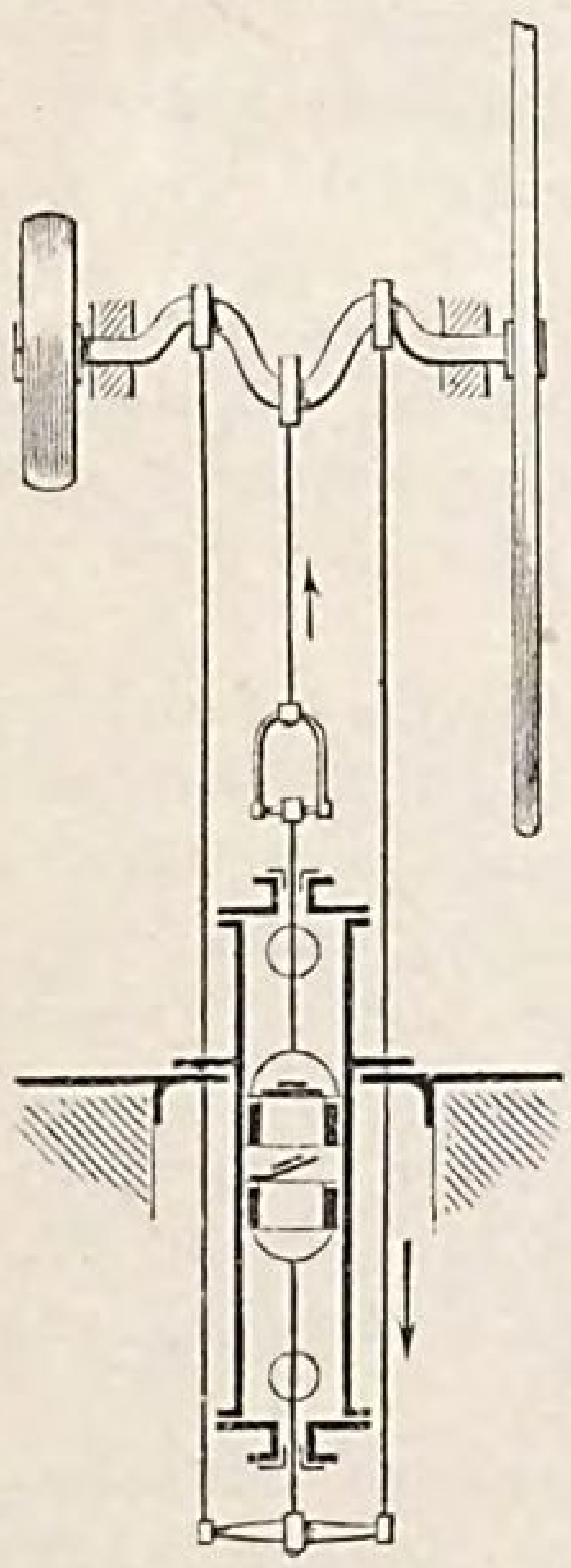


Fig. 338.

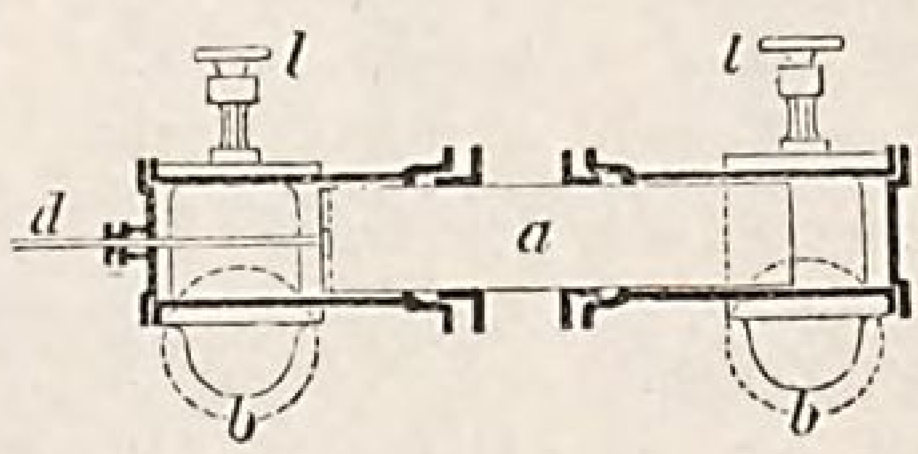
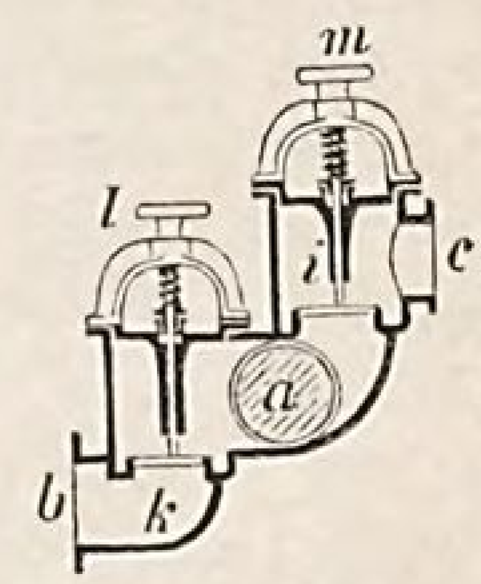


Fig. 339.



Viel beachtenswerther als die Pumpen mit zwei Kolben sind die der Neuzeit, wobei man das Princip der Doppeltwirkung entweder durch geeignete Verbindung zweier einfach wirkenden Pumpen nach Ktesibius oder durch Verbesserung der De la Hire'schen Pumpe auszubeuten bemüht war. Zu den

1) General Morin in seinem Buche: „Machines et appareils destinés à l'élévation des eaux.“ Paris 1863, bespricht §. 177 ebenfalls die Pumpen mit zwei Kolben in demselben Stiefel, wobei eine mit dargestellt wird, die sich im Pariser Conservatoire des arts et métiers vorfindet und welche grosse Aehnlichkeit mit der von Hachette beschriebenen hat.

sehr praktischen zweckmässigen Anordnungen der ersten Art gehören die in den Fig. 338 und 339 skizzirten Pumpen des französischen Ingenieurs Girard in Paris[1]). Diese bestehen aus zwei gegen einander gekehrten Cylindern, in denen sich ein und derselbe Plungerkolben *a* hin- und herbewegt und wobei die Ventilanordnung derartig getroffen ist, dass jedes solches Cylinderpaar eine doppelt wirkende Pumpe bildet. Die Saugventile *k* wie die Druckventile *i* (beide mit Federn ausgestattet, die zwischen Bügel *l* und *m* gespannt sind und gegen die Ventile wirken) haben die Gestalt einer nach abwärts gekehrten Schaale[2]). Dass bei *b* die Saugröhre und bei *c* die Steig- oder Druckröhre angeschlossen wird, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Im Jahrgange 1874 (Bd. XVIII), S. 91 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure veröffentlichte ein Herr Thometzek unter der Ueberschrift: „Hochdruckpumpe für ein städtisches Wasserwerk bestimmt" eine Anordnung, welche, bis auf die Ventile, ganz die Girard'sche Maschine ist.

Auf der Londoner Ausstellung von 1862[3]) producirte der Amerikaner Hansbrow eine Anordnung unter dem Namen „California-Pumpe", die in der Geschichte insofern erwähnt zu werden verdient, als sie das De la Hire'sche Princip in der gedrängtesten Ausführung vertritt. Der Kolbencylinder liegt hier horizontal, der sogenannte schädliche Raum zwischen Cy-

1) Die erste Nachricht über diese Girard'sche Pumpe erhielt der Verfasser durch folgende 1854 in Paris (bei Mallet-Bachelier) erschienene, mit vielen Illustrationen ausgestattete Schrift: „Machine hydraulique pour refouler l'eau dans la conduite. Pouvant s'appliquer aussi à toute espèce d'élevation d'eau." Par L. D. Girard, Ingenieur civil.

Leider ist hieraus nicht zu entnehmen, von wann ab Girard diese Pumpenanordnung in Ausführung brachte. Ausser Frankreich und Italien ist dem Verfasser auf dem Continente die Schweiz als das Land bekannt, wo die Girard'schen Pumpen vorzugsweise Anwendungen in grösserem Maassstabe gefunden haben. In letzterer Beziehung ist (geschichtlich) zunächst auf die ältere (frühere) Wasserkunst der Stadt Zürich aufmerksam zu machen, woselbst die Girard'schen Pumpen zur grössten Zufriedenheit arbeiteten. Ausführlich wird hierüber berichtet (mit schönen Zeichnungen begleitet) in der „Schweizerischen polytechnischen Zeitschrift" Bd. XV. (1870), S. 112—117. Später folgen Angaben etc. über die neuere (gegenwärtige) Wasserkunst der Stadt Zürich.

2) In der zuletzt genannten Quelle (S. 116) wird von den Ventilfedern bei den Pumpen der Züricher Wasserkunst Folgendes berichtet: „Die Federn bewirken beim Wechseln des Kolbenganges einen sofortigen augenblicklichen Schluss der betreffenden Ventile, so dass kein Wasserstoss auf solche erfolgen kann und daher das Spiel der Ventile im Allgemeinen ein sehr ruhiges ist." Wir bemerken hierzu, dass auch Lage und Grösse des Windkessels am Saugrohre (ein sogenannter negativer Windkessel) von Einfluss auf das Nichtschlagen der Pumpenventile ist etc.

3) Amtlicher Bericht, erstattet nach Beschluss der Commissarien deutscher Zollvereinsregierungen. Bd. 3, Heft XVII. 8. Classe, S. 523. Mit Abbildungen im Polytechn. Centralblatte, Jahrg. 1863, S. 235. Ferner in Grothe's Jahresbericht über die Fortschritte der mechan. Technik etc. Zweiter Jahrgang, S. 229.

linder, Saug- und Druck-Ventilen ist auf ein Minimum herabgezogen, sowie es nur der Lösung zweier Schrauben bedarf, um zu den Ventilen gelangen und solche herausnehmen und einbringen zu können. Professor Werner in Darmstadt hat diese Pumpe in mehreren Theilen verbessert[1]) und sind unsere Fig. 340 und 341 den betreffenden Zeichnungen des Wiebe'schen Skizzenbuches entnommen[2]). Bei Werner ist vor Allem das Druckrohr am Cylinder und nicht, wie bei Hansbrow, am Windkessel angebracht. Das Wasser geht, nachdem es durch die Druckklappen in den Windkessel gelangt ist, durch die Oeffnung *a* in den Canal *b*, aus dem es in das Druckrohr *c* gelangt, welches am Cylinder befestigt ist. In unserer Skizze ist angenommen, dass der Kolben soeben seinen Weg von links nach rechts ausführt, so dass das von *d* (Fig. 341) aus angesogene Wasser die Saugklappe links passirt und links hinter den Kolben tritt, während das rechts vor dem Kolben befindliche Wasser das Steigventil rechts geöffnet hat, in den Windkessel geht und von hier, wie bereits erwähnt, auf dem Wege *abc* nach der beabsichtigten Stelle hingedrückt wird.

Fig. 340.

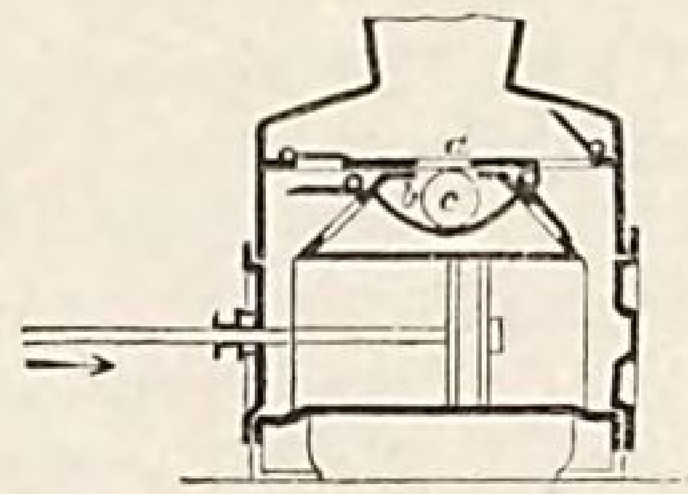
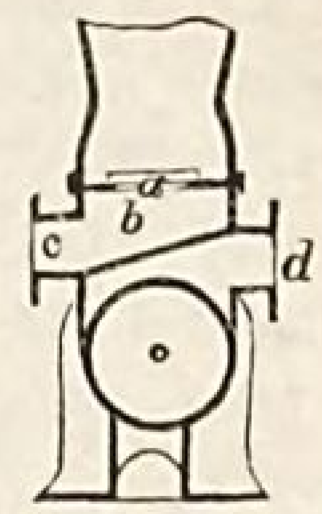


Fig. 341.



Aus derselben Zeit (1862) datirt auch die (verbesserte) Gwynne'sche Centrifugalpumpe nach der Ausführung seines Patentträgers Malo in Dünkirchen[3]). Die Fig. 342 und 343 sind Skizzen, dem unten citirten Armengaud'schen Werke

Fig. 342.

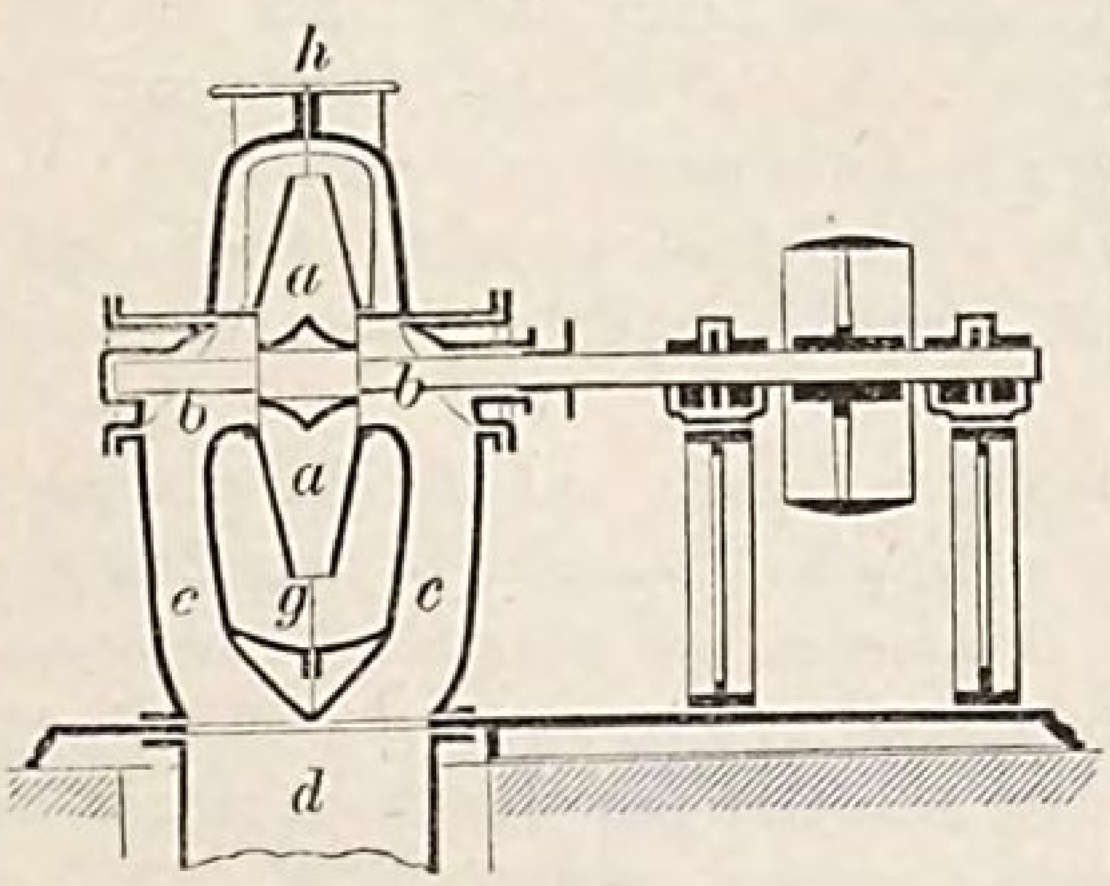
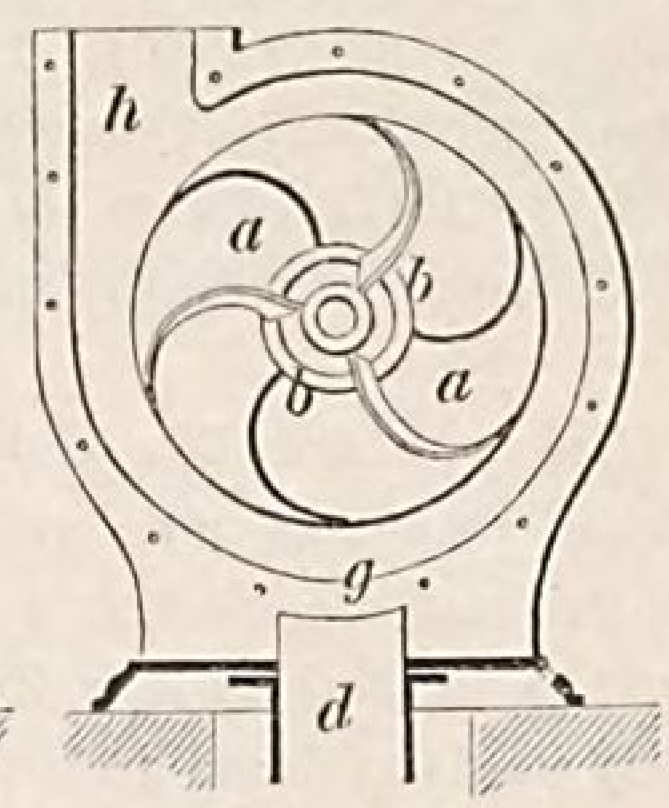


Fig. 343.



entnommen, wobei ein besonderes Gewicht darauf gelegt wird, dass die Schaufeln *a* durchaus gekrümmt sind und nicht wie bei Gwynne's eigener Anordnung

1) Blum, Referate über Pumpen. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XIV. 1870, S. 197.

2) Heft LIV. Blatt 3 (1867).

3) Armengaud, „Publication industrielle des machines." Tome 19 (1871), pag. 307, Pl. 23. Deutsch bearbeitet findet sich der ganze Artikel unter der Ueberschrift: „Beschreibung der hauptsächlichsten Constructionen von Centrifugalpumpen im 17. Bande (1871) von Bornemann's „Civilingenieur", S. 359.

nur an den äusseren Enden derselben. Richtiger verdient die Convergenz der Schaufelradwände *a* (in Fig. 342 erkennbar) belobt zu werden, zwischen denen sich das Wasser von der Mitte des Rades aus nach dem Umfange zu bewegen hat. Unrichtig ist auch hier die innere Gestaltung des Leitgehäuses von *g* nach *h* (Fig. 343) hin. Endlich ist zu tadeln, dass das Rad *ab* lange nicht genug excentrisch zum Gehäuse gestellt wurde, an der Austrittsstelle bei *h* nach rechts hin nicht anschliesst u. dgl. m. Wir kommen weiterhin auf die empfehlenswertheste (neuere) Construction der Centrifugalpumpen zurück[1]).

Im Jahre 1865 gelang es dem Civilingenieur August Nagel in Hamburg einen Wassersaugapparat zum Entleeren und Freihalten von Baugruben mit grossem Erfolg auszuführen, dessen Princip auf dem Venturi'schen Satze von der Saugwirkung durchlöcherter Röhrenwände beruht, wenn sich in den Röhren unter gewissen Umständen und bei bestimmten veränderlichen Querschnittsverhältnissen Flüssigkeiten bewegen[2]). Hiervon war schon beim Blasrohre der Eisenbahnlocomotiven[3]), ferner bei der Giffard'schen Dampfstrahlpumpe[4]) die Rede. Auch hatte bereits der Engländer Thomson dasselbe Princip zur Construction einer „Saugstrahlpumpe“ aufgestellt, ohne jedoch einen genügenden Wirkungsgrad und ohne Ausführungen im Grossen nachweisen zu können[5]). Nagel wurde zur Herstellung seines Saugapparates in einem bestimmten Falle (Entfernen vorhandenen und zufliessenden Wassers in einer für Turbinenanlagen erforderlichen Baugrube zu Fuhlsbüttel bei Hamburg) geradezu gezwungen, indem sich weder Pumpen mit besonderen Betriebsmaschinen aufstellen liessen, noch diese die Entleerung so schnell (ohne starke Maschinen und grosse Kosten) zu beschaffen vermocht hätten, als dies örtliche (contractliche) Verhältnisse erforderten[6]).

Die Fig. 344 und 345 auf folgender Seite dienen zur Erläuterung des Nagel'schen Saugapparates, wie er in Fuhlsbüttel zuerst zur Ausführung gelangte und geradezu überraschende Leistungen erkennen liess.

Rechts vom Buchstaben *a* in Fig. 344 denke man sich normal zur Bildfläche ein Gerinne (Freifluth) mit darin fliessendem Wasser von solcher Tiefe,

1) Wir benutzen die Gelegenheit, auch auf die Centrifugal- (Kreisel-) Pumpen aufmerksam zu machen, welche Schwarzkopf mit Erfolg construirte und ausführte und die sich u. A. besprochen und abgebildet finden zuerst bereits im Jahre 1855 in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, S. 107, mit Abbildungen auf Blatt 27 und nachher in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, Jahrg. 1865, S. 109, Taf. XV.

Irren wir nicht, so war es ebenfalls Schwarzkopf, der die Centrifugalpumpen mit vertikal gerichteter Drehachse (mit senkrechter Welle) mit dem Gattungsnamen „Kreiselpumpen“ bezeichnete.

2) Rühlmann, Hydromechanik. 2. Auflage, S. 292. Hannover 1880.

3) Bd. 3, S. 260, erste Auflage und S. 323 zweite Auflage.

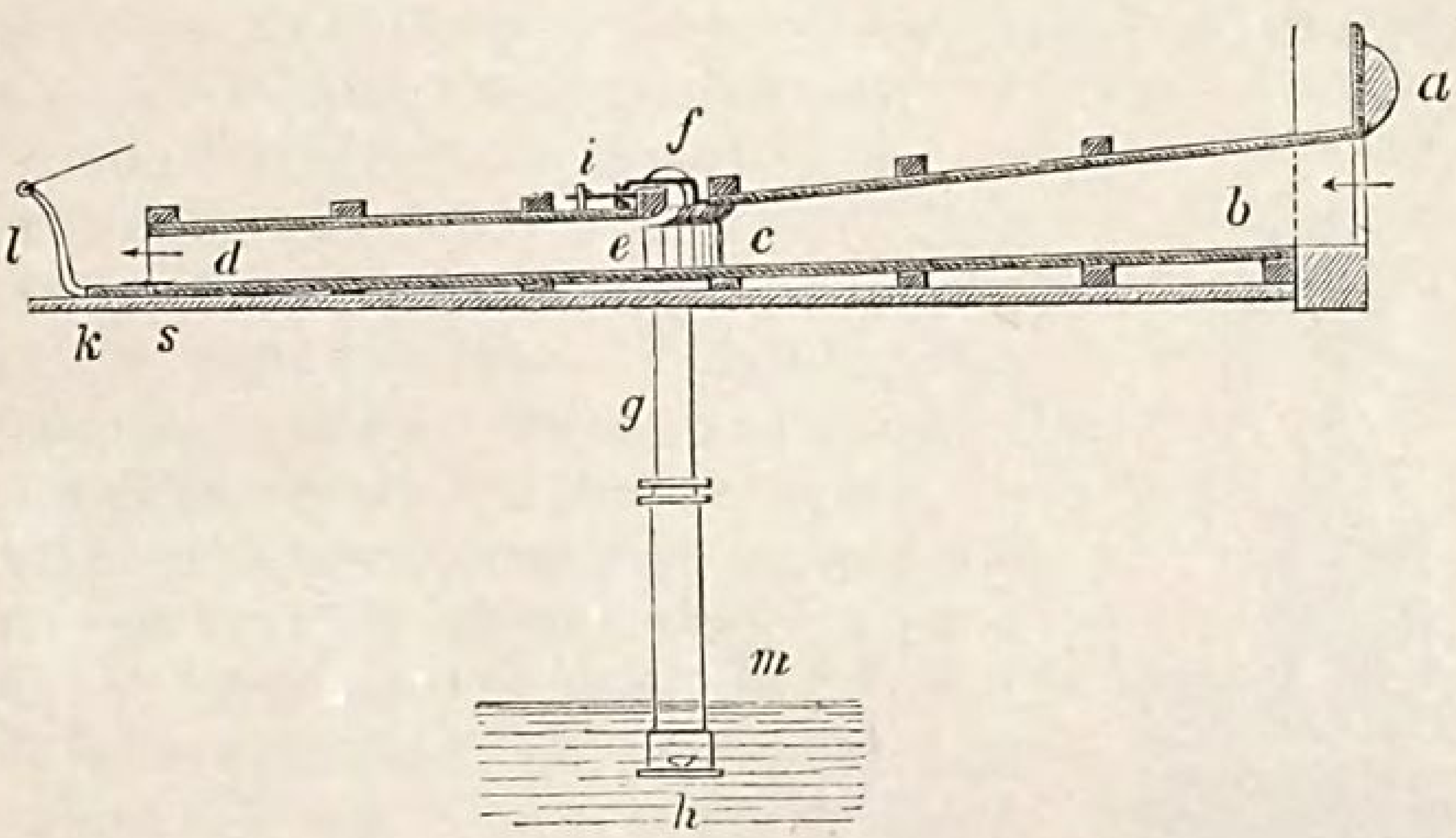
4) Bd. 3, S. 318, erste Auflage und S. 386 zweite Auflage.

5) Weisbach, Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 1188.

6) Ausführlich über alle diese Umstände und Verhältnisse und über Nagel's „Wassersaugapparat“ überhaupt, handelt ein Aufsatz seines Compagnons Herrn Kämp in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1865, S. 78–82.

dass die Einmündung *a* nach einem abgezweigten, im Profile viereckigen Canale *bcd* stets unter Wasser gesetzt ist. Bei *f* mündet ein Rohr *g* in den Canal, dessen unteres Ende in das zu fördernde Wasser *m* eintaucht. Oeffnet man nun den Schützen *a*, so tritt aus dem vorerwähnten Gerinne Wasser ein und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche der vorhandenen Druckhöhe und den sonstigen Umständen entspricht. Dies Wasser durchströmt den ganzen Canal *bcd*, wird aber bei dieser Bewegung erst bei *c* durch eine Verengung gestört, dann gleich darauf durch eine von *e* ab bis nach *d* hin gebildete Erweiterung (man sehe namentlich den Grundriss Fig. 345) derartig zum Ausbreiten ge-

Fig. 344.



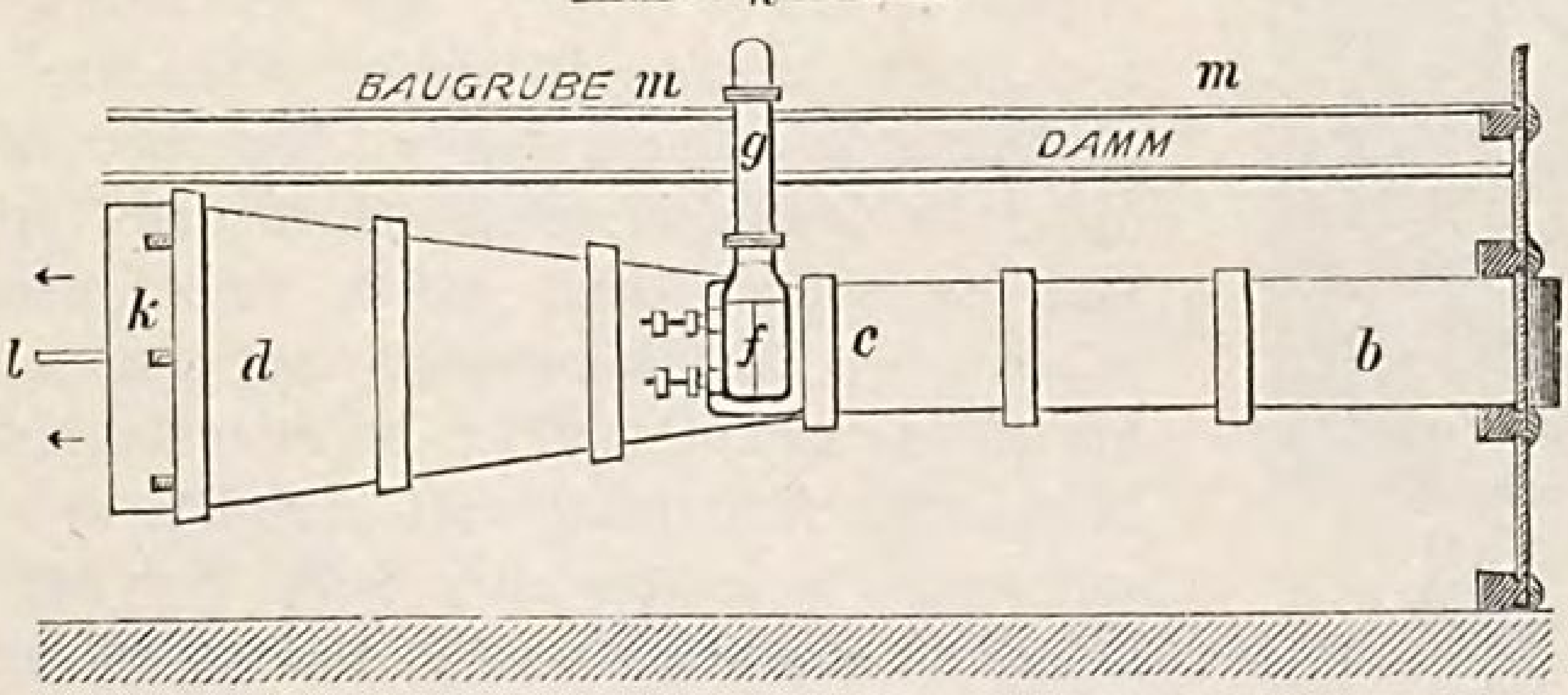


Fig. 345.

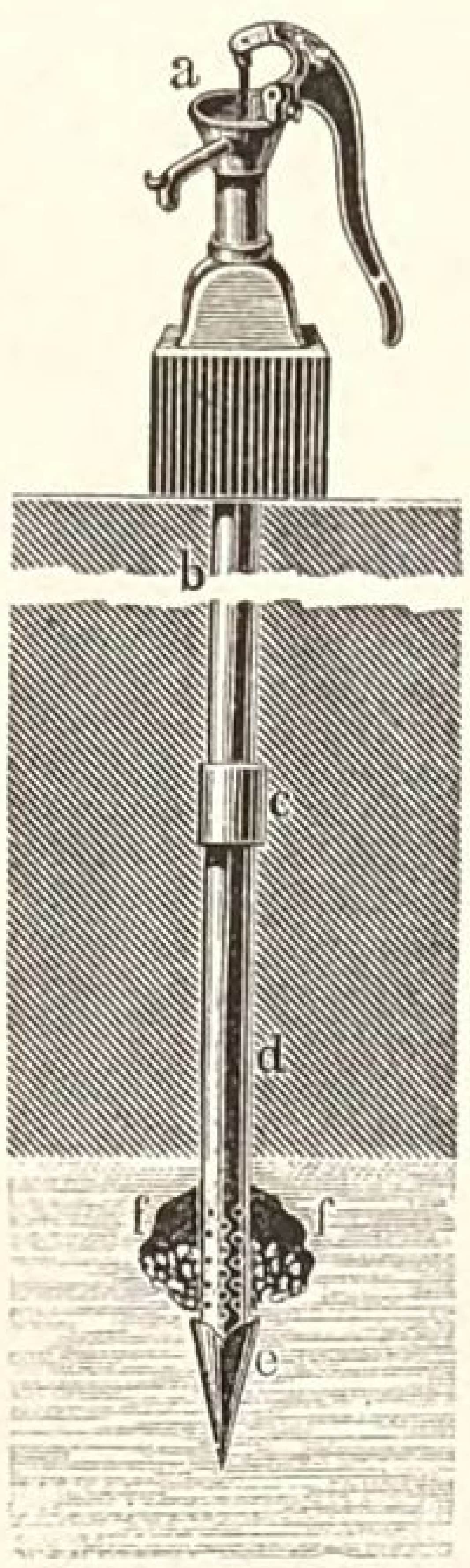
zwungen, dass bei *e* ein Saugen erfolgt, welches bewirkt, dass erst die in *f* befindliche Luft, nachher aber Wasser aus der Baugrube *m* in dem Rohre *g* angesogen und mit zum Fortströmen im Canale *ed* veranlasst wird. Noch ist einiger Sicherheitsvorrichtungen zu gedenken, die Herr Nagel für erforderlich erkannte. Hierher gehört vor Allem eine am Ende *d* des Canales angebrachte, um *s* drehbar gemachte Klappe *k*, welche dazu dient, bei Inbetriebsetzung des Apparates durch Anziehen mittelst eines Flaschenzuges an einem eisernen Bügel *l* die Klappe so weit aufzurichten, dass das Wasser gezwungen wird, zunächst den divergirenden Theil des Holzkastens gänzlich auszufüllen. Ebenso war am unteren Ende der Saugröhre *g* ein sogenanntes Fussventil *h* erforderlich, um zu verhindern, dass das angesogene Wasser in die Baugrube zurückfallen kann. Endlich wurde in dem (besonders angesetzten eisernen) Kasten *f* ein stellbarer Schieber *i* angebracht, welcher auf dem Kanale *e*

gleitet und dazu dient, diesen Canal nach Bedürfniss erweitern oder verengen zu können.

Bald nach den vorerwähnten Veröffentlichungen des Herrn Kämp schrieb Herr Professor Werner in Darmstadt eine Theorie dieser Wasserstrahlpumpe[1]), welche die Nagel'schen Erfahrungen und Resultate bestätigte und zugleich Anhaltepunkte zur Construction und Vorermittelung des Wirkungsgrades (bis zu fast 0,50) für bestimmte Fälle liefert, auf welche Arbeit Werner's wir deshalb ganz besonders aufmerksam machen möchten.

Die Nagel'sche Strahlpumpe hat sich unter Andern als „selbstthätiger Wasserförder-Apparat" bei Bauten in der Festung Neisse derartig bewährt, dass sich der königliche Ingenieur, Oberst v. Oppermann in Coblenz, in der unten citirten Quelle[2]) zu einem Ausspruche verpflichtet hält, welcher also lautet:

Fig. 346.



„Der Wasserschöpf-Apparat der Herren Nagel & Kämp in Hamburg hat sich in Bezug auf Einfachheit, Wohlfeilheit und Leistungsfähigkeit so bewährt, dass es angezeigt scheint, diesen neuen sinnreichen Apparat auch in weiteren Kreisen bekannt werden zu lassen und ihn zur Benutzung zu empfehlen."

Soweit als möglich die chronologische Zeitfolge beibehaltend, begegnen wir vom Anfange der sechsziger Jahre ab, namentlich im Verlaufe des nordamerikanischen Bürgerkrieges (1861—1865) den sogenannten Rohrbrunnen, als Erfindung eines Mannes mit Namen Norton[3]), der die Nordarmee begleitete und in den meisten Fällen es vermochte, mit dieser einfachen Anordnung den auf Märschen oder in vorübergehenden Lagerrasten befindlichen Truppen (wenn auch temporär, doch rasch) Trinkwasser zu beschaffen[4]). Die Hauptsache der ganzen Erfindung bildet das eigenthümliche Brunnenabteufungssystem, indem kein Brunnenschacht gegraben und gemauert, sondern, wie unsere Abbildung Fig. 346 erkennen lässt, ein am unteren Ende gehörig spitzes, eisernes Rohr (Gasrohr) von 30 bis 40 Millimeter und mehr Durchmesser in den Boden getrieben wird. Etwa 250 bis 300 Millimeter über der Spitze am unteren Ende des Rohres sind gehörig Sauglöcher angebracht,

1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1866 (Bd. X), S. 126.

2) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, Bd. 19 (1873), S. 56.

3) Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 186 (1867), nach dem Mechanics Magazin, Septbr. 1867, pag. 166.

4) Die Erfindung der Rohrbrunnen soll bereits 1831 von einem Deutschen, Heinrich Melm, gemacht worden sein, der im bemerkten Jahre Studirender des Berliner Gewerbe-Institutes war. Ausführlich wird hierüber berichtet (von Kaiser) im Breslauer Gewerbeblatte und hieraus im Polytechn. Centralblatte, Jahrg 1870, S 67.

die man wohl auch mit einem Siebe von feiner Metallgaze umgiebt. Am oberen, zu Tage ausgehenden Ende des Rohres befestigt man in gehöriger Weise die nöthige Saugpumpe, deren Schwengelbewegung (nach vorhergegangenem Aufgiessen von Oberwasser) bald das Erscheinen von (Unter-) Wasser erkennen lässt, wenn man anders so glücklich war, ein natürliches Wassernest in der Tiefe zu treffen. Die Länge des Rohres richtet sich offenbar nach der Tiefe, bis zu welcher man hinabgehen muss, um an eine Wassersammelstelle zu gelangen. Unter Benutzung sogenannter Muffenverschraubungen lässt sich natürlich das Rohr beliebig verlängern, wobei man sich wieder des Gesetzes erinnern muss, dass ein Ansaugen über 9 Meter Höhe nicht gut möglich ist, indem 10 Meter die (theoretische) Wassersäulenhöhe ist, welche dem Drucke einer Atmosphäre das Gleichgewicht hält. Dass man nicht in allen Fällen im Stande ist, durch dies Verfahren Wasser zu schaffen, versteht sich von selbst. Durch aufmerksames Sondiren der Gegend, der Beschaffenheit des Bodens etc. lassen sich jedoch fast immer solche Vorbestimmungen machen, dass man sein Ziel erreicht. Ein so angelegter Brunnen hat übrigens noch den Vorzug, dass atmosphärisches Wasser von der Oberfläche nicht eindringen kann, so dass das geförderte Wasser in der Regel kalt und frisch ist.

Das Eintreiben des Rohres in den betreffenden Boden geschieht entweder mittelst des Einbohrens (namentlich in Sandboden) unter Verwendung eines sogenannten (amerikanischen) spiralförmigen Erdbohrers oder durch Einrammen. Für letzteren Fall hat schon der Erfinder (Norton) selbst eine zweckmässige Ramme angegeben, deren Bär hohl ist und die Röhre selbst als Mäkler (zur Führung) benutzt. An geeigneten Stellen der Röhre sind Hülsen (Schellen) festgeschraubt, gegen welche der an über Rollen gehenden Seilen aufgezogene Bär trifft, wenn die Seile frei gelassen werden.

Ueber alle diese Anordnungen und Arbeitsverrichtungen unter Beifügung einer Abbildung der ganzen Rammvorrichtung handeln namentlich zwei von E. Blum geschriebene Aufsätze[1]), die wir allen Betheiligten und Freunden der interessanten Sache nicht genug empfehlen können.

Von den Engländern wurden die Rohrbrunnen bei der Abbessinischen Expedition (1867—1868) mit Erfolg benutzt, sowie auch die deutschen Armeen im französischen Kriege von 1870—1871 davon mehrfach Gebrauch machten, endlich sie auch bei temporären Gefangenenlagern, in der Berliner Erbswurstfabrik etc. recht vortheilhaft benutzt wurden. Für friedliche Zwecke wird man die Rohrbrunnen in Gärten, auf freien Ausstellungsplätzen, bei Pferderennen etc. wahrscheinlich nie wieder ausser Gebrauch setzen[2]).

Es dürfte hier der Ort sein, noch einer eigenthümlichen doppeltwirkenden Pumpenanordnung (des De la Hire'schen Grundprincipes) zu gedenken,

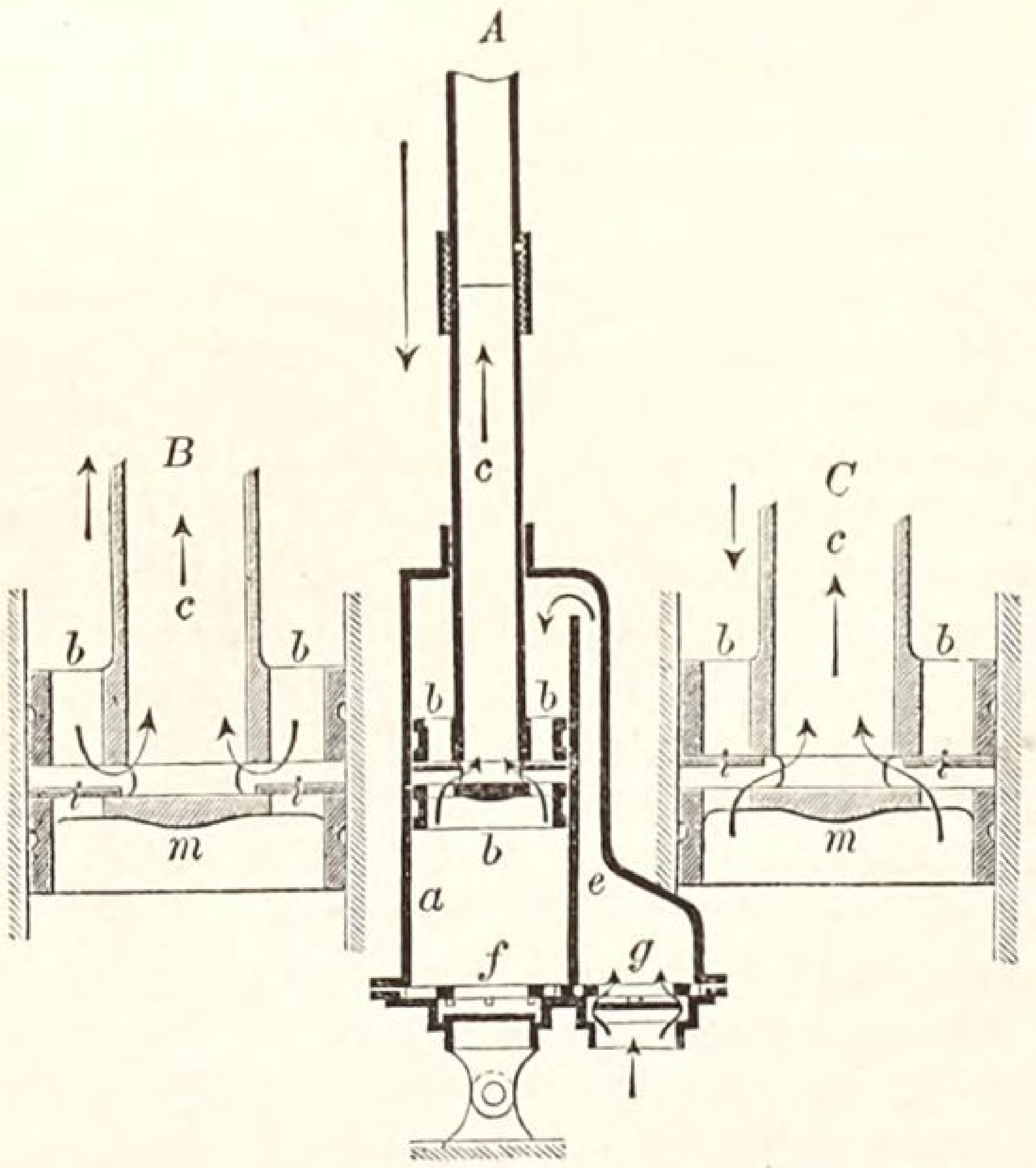
1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIV. (1870), S. 785 (hier mit Abbildung der Ramm-Vorrichtung), und Bd. XV. (1871), S. 253 u. 697.

2) Mit sehr deutlichen, hübschen Abbildungen begleitet, findet man die Rammarbeiten zur Herstellung der Rohrbrunnen erörtert in W. Garvens' in Hannover (Commandit-Gesellschaft für Pumpen und Maschinenfabrikation) illustrirtem Cataloge Nr. 9 von 1885, S. 54—60 unter den Ueberschriften: „Transportable Amerikanische Röhren oder Abessinier-Brunnen“ und „Rammapparate“.

welche, nach Wissen des Verfassers im Jahre 1867 in Nordamerika auftauchte und unter dem Namen „Neue Amerikanische Doppel-Ventil-Pumpe der Bridgeport Manufacturing Comp." bald nach jener Zeit im Handel vorkam und noch gegenwärtig auf Ausstellungen[1]) und in den Katalogen der deutschen Fabriken landwirthschaftlicher Maschinen figurirt.

Das besonders Eigenthümliche dieser in Fig. 347 skizzirten Pumpe besteht darin, dass ihre Kolbenstange *c* eine Röhre bildet und diese zugleich als Steigrohr des Wassers benutzt wird. Die Wirkungsweise der Anordnung erklärt sich

Fig. 347.



ohne Weiteres, wenn beachtet wird, dass mit *f* und *g* die Saugventile und mit *i* die beiden Kolbenventile bezeichnet sind, sowie dass die in grösserem Maassstabe gezeichneten, durch die Buchstaben *B* und *C* markirten Skizzen beziehungsweise den Auf- und Abgang des Kolbens *b* darstellen, endlich überall gleiche Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet wurden. Bei der Hauptfigur *A* ist der Kolben *b* und seine hohle Kolbenstange *c* im Niedergange begriffen, weshalb sich die Ventile *i* an die nach oben gehenden Durchbohrungen oder Durchgänge des Kolbens anlegen und unten im Stiefel *a* befindliches Wasser durch die unteren Durchbohrungen von *m* in das Steigrohr *c* tritt. Während dieser Zeit ist das Stiefelventil *f* geschlossen, dagegen wird durch das Nebenventil *g* Wasser angesogen und vom Drucke der atmosphärischen Luft im Seitencanale *e* aufwärts in den Stiefel *a* getrieben. In der Regel befestigt man den ganzen Pumpenkörper auf der Brunnensohle, so dass gar keine Saugröhre erforderlich wird. Als Uebelstände dürften die ohne jede Führung arbeitenden Ventile zu bezeichnen sein, was namentlich noch mehr bei den Kolbenventilen *i* in Betracht kommt, indem diese bald nach oben, bald nach unten hin einen sicheren Verschluss bilden müssen; ferner ist die Anzahl der Richtungsveränderungen, zu welchen das Wasser bei seiner Bewegung vom Unterwasser aus bis in das Steigrohr *c* gezwungen wird, sehr gross, was das Güteverhältniss der Pumpe herabziehen muss. Dagegen ist die Anordnung recht compendiös, auch wird im Winter das Einfrieren der

1) Im Jahre 1874 u. A. in Bremen. Schöne Abbildungen finden sich bei den Preislisten der Bridgeport Manufacturing Companie.

Pumpe weniger zu befürchten sein, weil sie ganz unter Wasser aufgestellt werden kann und kein Wasser im Steigrohre verbleibt, wenn die ganze Maschine still steht. Ganz besonders beliebt soll diese Pumpe für den Gebrauch auf Schiffen (als Schiffspumpe) sein. In der Regel überzieht man für letztere Anwendung die ganze Maschine mit einem geeigneten Ueberzuge, um den Einwirkungen des Salzwassers besser widerstehen zu können.

Wir stellen nunmehr drei Gattungen rotirender Kolbenpumpen zusammen, welche in der amerikanischen Abtheilung der Pariser Industrieausstellung vom Jahre 1867 zu finden waren, damals Aufsehen erregten und jetzt mehrfach verwendet werden.

Fig. 348.

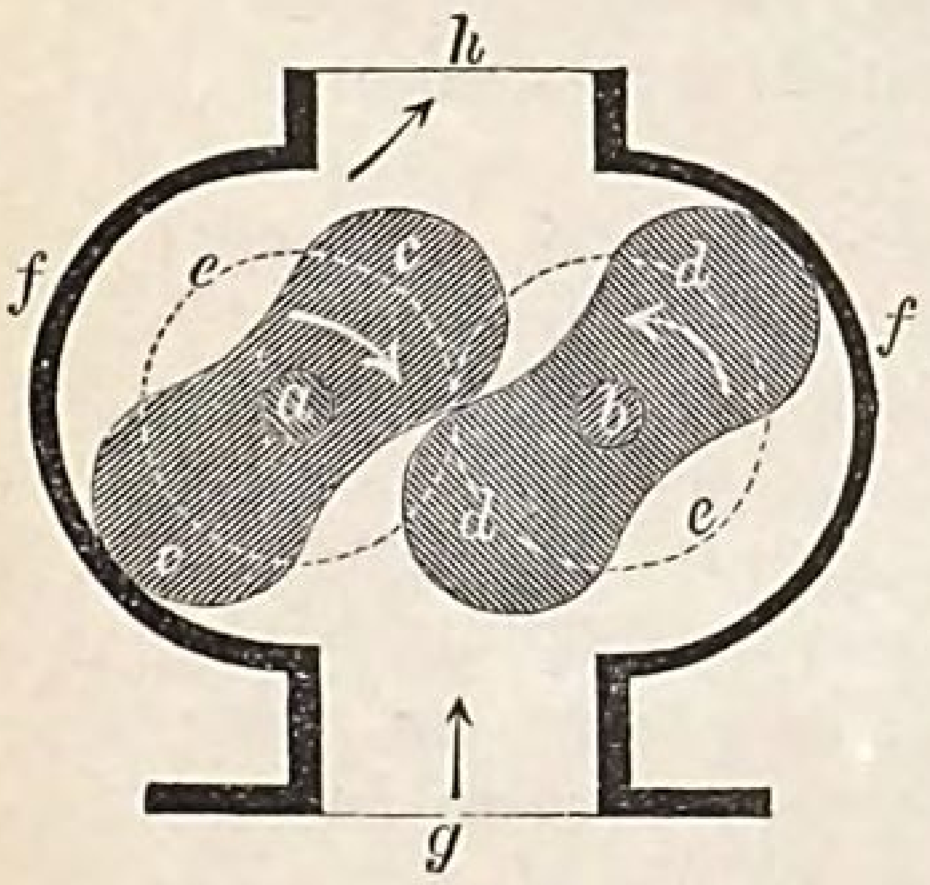


Fig. 349.

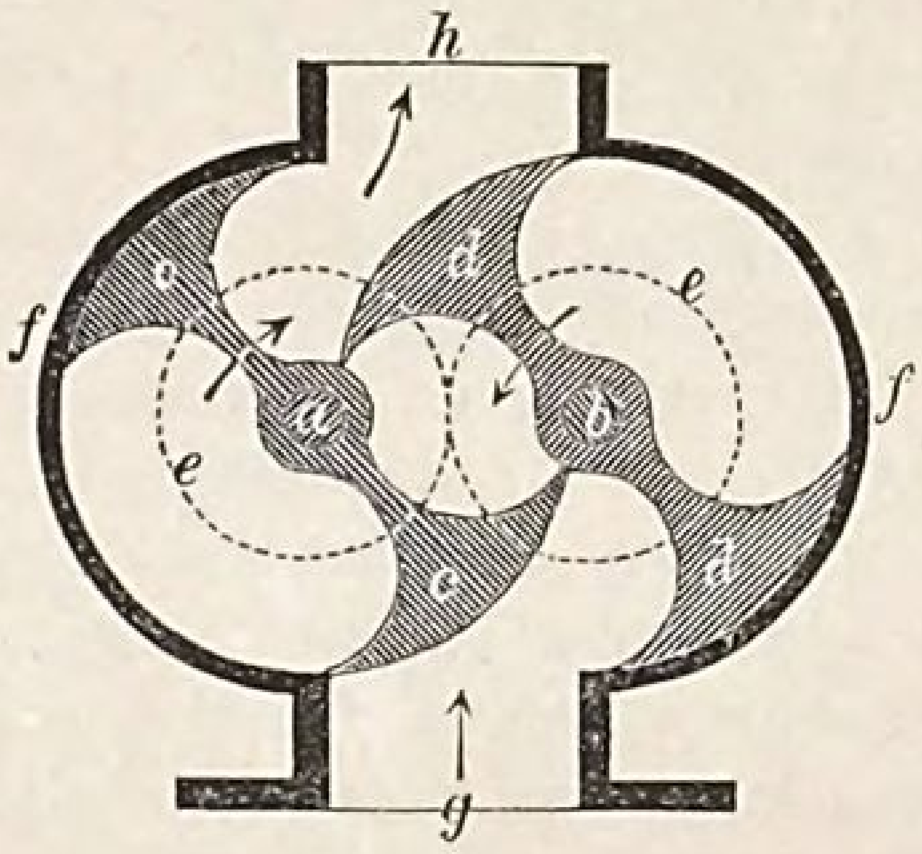


Fig. 350.

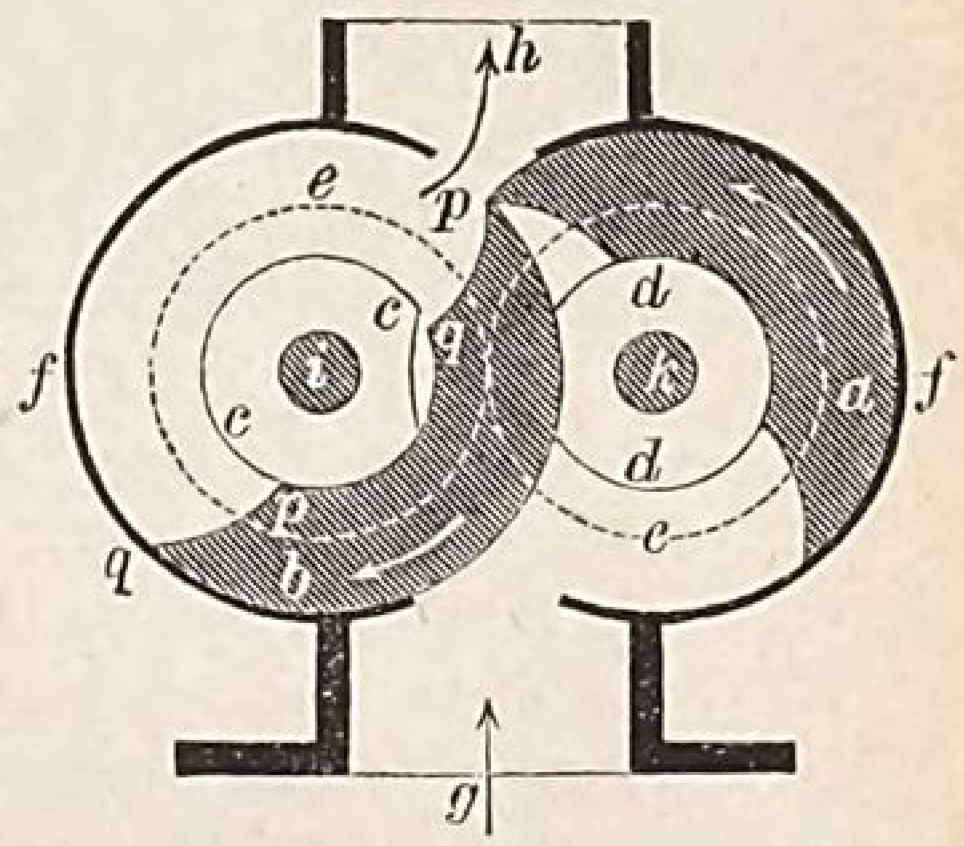


Fig. 348 und 349 sind Maschinen des Nord-Amerikaners Roots (zu Conersville, Indiana)[1]) und Fig. 350 ist die Pumpe, welche ebenfalls ein Nord-Amerikaner, Behrens[2]) mit Namen, ausgestellt hatte und welche letztere wohl auch die Dart'sche (Name des Compagnons und Pariser Ausstellers) Rotationsmaschine (rotirende Dampfmaschine, Pumpe oder Gebläse) genannt wird.

Alle drei Pumpen gehören (nach Leupold) zu den Kapselkünsten[3]) mit zwei Rädern oder mit sogenannten Zwillingskolben, und zwar kann man mit Reuleaux[4]) die beiden Roots'schen Maschinen Kapselräder mit zwei Zähnen und die Behrens-Dart'sche Maschine Kapselrad mit einem Zahne nennen. Die beiden sich um *a* und *b* als Achsen drehenden Zähne *c* und *d* der ersten Roots'schen Pumpe, Fig. 348, sind nach Kreisbogen abgerundet und zwar berühren sich immer die convexen Partien des einen Rades mit den concaven des anderen. Die ausserhalb der Kapsel *f* auf die Wellen *a* und *b* festgekeilten Zahnräder zum Betriebe der Maschine sind durch punktirte Kreise *e* markirt. Das Wasser wird bei *g* angesogen und schliesslich nach *h* gedrückt.

1) Beschrieben und abgebildet im Engineer vom August 1867, pag. 146.

2) Oesterreichischer (officieller) Bericht der Pariser Industrie-Ausstellung von 1867, Bd. II. S. 125.

3) Leupold, Theatrum machinarum hydraulicarum, T. I. Cap. XIII. S. 123.

4) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, Jahrg. 1868, S. 46 und 50.

Bei der zweiten Roots'schen Pumpe, Fig. 349, haben die Zähne *cc* und *dd* an den Stellen, wo sie die Kapsel *f* berühren, cylindrische Profile, ebenso die äusseren Umfänge (Naben) der Drehachsen *a* und *b*, während die Flankenprofile nach Epicykloiden gebildet sind[1]).

Bei Behrens, Fig. 350, sind die beiden sich drehenden Kolben *a* und *b* mondsichelförmig ausgeschnitten, *c* und *d* sind unbewegliche, im Gehäuse fest liegende Kerne, um welche sich die Kolben drehen und wozu man letztere in sinnreicher Weise an seitlich liegenden runden Scheiben (die in unserer Abbildung weggeschnitten wurden) befestigt hat. Die Ausschnitte eines jeden Kolbens (beim Kolben *b* in Fig. 350 mit *pq* bezeichnet), welche nicht mit dem Kerne *c* und *d* in Berührung kommen, sind ebenfalls nach Epicykloiden gebildet[2]).

Gegenüber der Roots'schen Pumpe ist hier als wesentlich neu der Verschluss des Mittelcanales durch Körper zu betrachten, die mit congruenten Flächen an einander gleiten.

Während sich die Roots'schen Maschinen vorzugsweise zum Pumpen dicker Flüssigkeiten, namentlich Theer, Oel u. dgl. (wie wir später erfahren, mit einem geeigneten Ueberzuge an den zusammenarbeitenden Stellen versehen, auch als Bläser und Sauger für atmosphärische Luft) eignen, lassen die Behrens-Dart'schen Maschinen eine bei weitem vielseitigere Anwendung (als Pumpe, Turbine, Dampfmaschine und Gebläse) zu, und zwar deshalb, weil hier nicht blos Berührungslinien, sondern Berührungsflächen gebildet sind, die naturgemäss weit grössere Garantien für das Dichthalten und Ansaugen bieten, als dies bei Roots der Fall ist[3]).

Die (sogenannte) Weltausstellung in Philadelphia vom Jahre 1876 zeigte nur wenig Neues im Gebiete der Pumpen mit rotirenden Kolben, wie u. A. die Abbildungen lehren, welche sich im XXI. Hefte, S. 37 des österr. (amtlichen) Berichtes über genannte Ausstellung vorfinden.

Ob dessen ungeachtet durch die Behrens'sche Rotationspumpe der schon von Leupold beklagten Sache abgeholfen und der Forderung einer hinlänglichen und besonders dauernden Dichtung entsprochen wird, dürfte mindestens so lange zu bezweifeln sein, bis hinlängliche Erfahrungen das Gegentheil beweisen[4]).

1) Ausführlich über die hier erforderlichen Gestalten handelt Reuleaux an der kurz vorher citirten Stelle.

2) Für praktische Ausführungen sind die auch hier von Reuleaux (a. a. O. S. 50) gegebenen Constructionsregeln zu beachten.

3) Als vorzüglich schöne (Werk-) Zeichnungen sind die Behrens'schen Pumpen mit rotirenden Kolben in Armengaud's Publication industrielle, Vol. 19, Pl. 11 und 12, zu empfehlen.

4) Zu den neuesten beachtenswerthesten Nachrichten über Wasserpumpen mit rotirenden und oscillirenden Kolben gehört u. A. der Bericht des Ingenieurs Mannlicher im XXI. Hefte des Berichtes der österr. Commission über die Philadelphia-Weltausstellung von 1876, S. 35 bis mit 41. In der Einleitung dieses Berichtes wird hervorgehoben, dass die Rotationspumpen in Amerika vielfach Anwendung finden, was in Deutschland noch nicht der Fall ist.

Im Jahre 1868 gelang es dem holländischen Ingenieur H. Overmars jun. in Roermond, das alte holländische Wurfrad (Scheprad), S. 587, Fig. 415 erste Auflage und S. 354, Fig. 307 zweite Auflage, durch ein anderes Rad zu ersetzen, welches Fig. 351 im Aufriss, Fig. 352 im Grundriss darstellt und welches der Constructeur „Pumpenrad" genannt hat[1]). Mit dieser Maschine glaubt Overmars die Nachtheile und Beschwerlichkeiten (wie Wasserverluste im Aufleiter, Dreinschlagen und Zertheilen des Unterwassers, grosse Peripheriegeschwindigkeit u. dgl. m.) des Wurfrades beseitigt zu haben, ohne dessen Vortheile (wie Einfachheit, geringe Unterhaltungskosten etc.) zu verlieren.

Fig. 351.

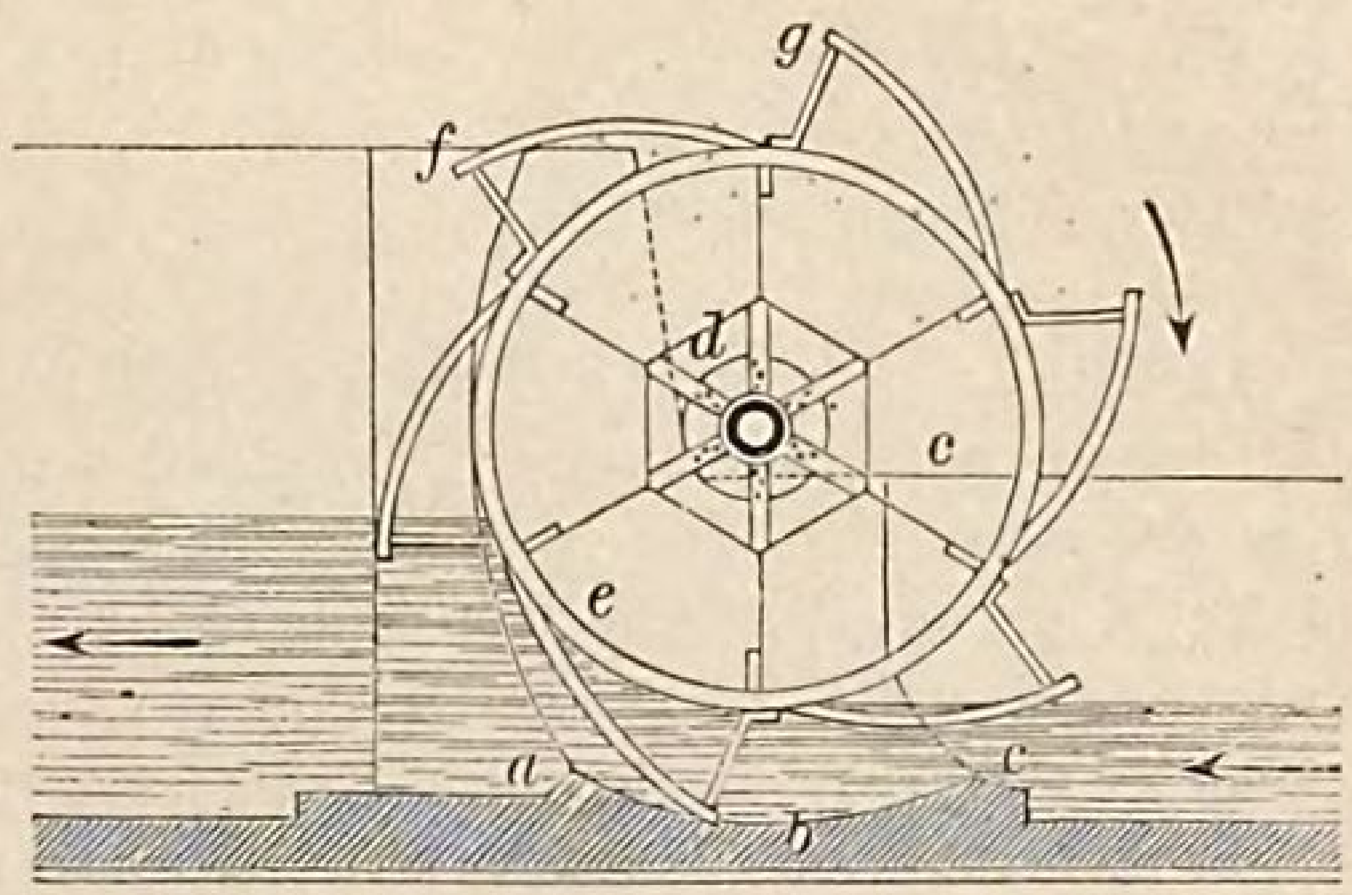
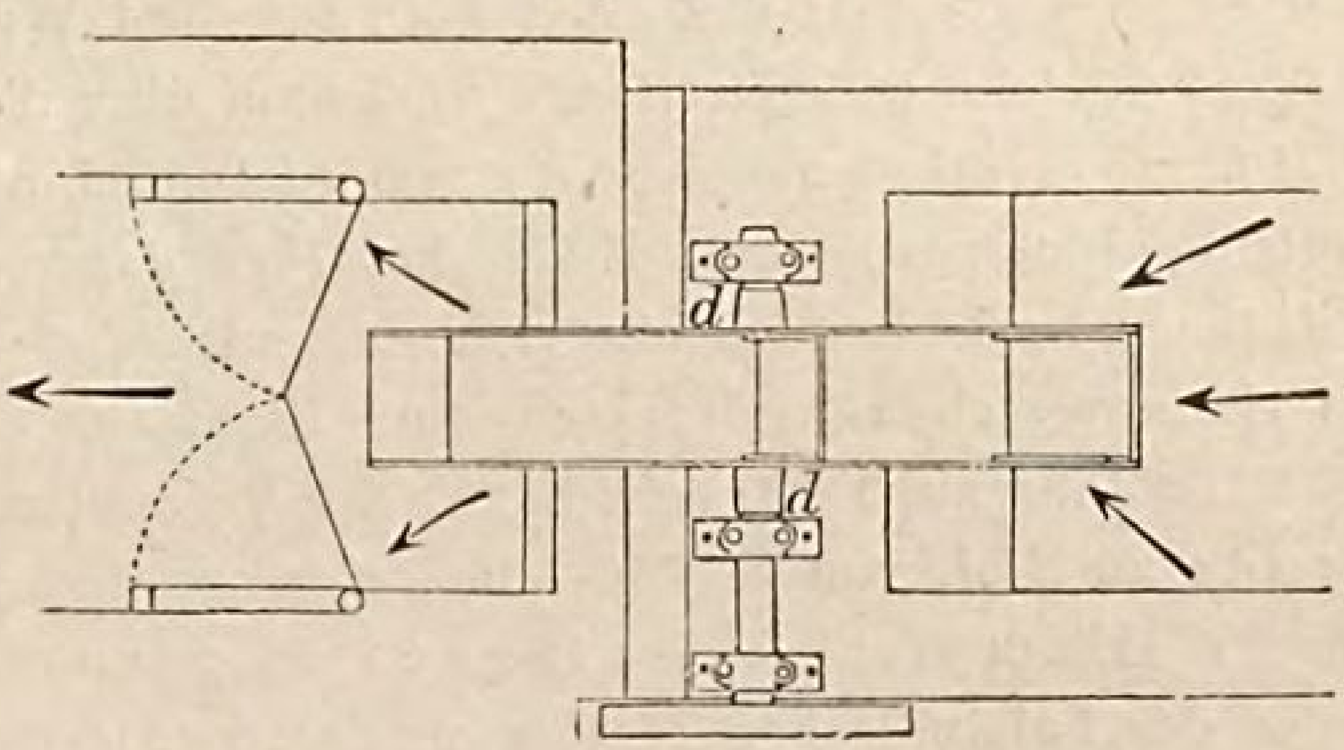


Fig. 352.



Das Princip dieses ganz aus Eisen zu construirenden Rades besteht vornehmlich darin, den Abschluss des Aussenwassers nicht mehr durch die Radschaufeln allein, sondern (hauptsächlich) durch den Körper des als hohle Trommel gestalteten Rades *cde* zu bewirken, auf dessen äusserem Umfange eine geringe Zahl gekrümmter Schaufeln *f*, *g* etc. befestigt sind; ferner an die Stelle des ansteigenden Aufleiters (*bc* Fig. 351) ein genau unter der Radwelle liegendes und zwar aus Mauerwerk gebildetes Kreisgerinne *abc*, einen Kropf, treten zu lassen, dessen Länge nur um ein Geringes grösser ist, als der Abstand *fg* je zweier Schaufeln, die zugleich die in Fig. 351 erkennbare Lage haben müssen. Durch diese Anordnung will es der Constructeur erreichen, dass die Schaufeln das Wasser nicht blos mechanisch weiter schieben, sondern auch (vermöge des genauen Anschlusses längs der Gerinnstrecke *cba*) eine der Arbeit des Pumpen-

1) Dem Verfasser ist über Overmars' Rad durch Freundeshand vor mehreren Jahren eine (1868) in Roermond als Manuscript gedruckte Abhandlung zugegangen, welche die Ueberschrift trägt: „Het nieuve Waterwerktuig genaamd Pomprad", die mit einer Abbildung begleitet ist, welche durch die Fig. 351 und 352 skizzirt wurde.

In vollständiger, rationeller Darstellung hat dies Pumprad zuerst der Baumeister A. Wiebe in Frankfurt bekannt gemacht und zwar in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang XXII. (1872), S. 251, unter der Ueberschrift: „Das Pumprad, eine neue Wasserhebungsmaschine."

kolbens ähnliche, saugende Wirkung eintritt. Auf letztere Wirkungsweise gründet Overmars die Benennung „Pumprad".

Durch Messungen an ausgeführten Pumprädern will man festgestellt haben, dass eine solche gut construirte und sauber ausgeführte Wasserförderungsmaschine einen Wirkungsgrad von 0,90 oder einen Nutzeffect von 90 Procent gewährt[1]).

Ungeachtet aller dieser Vortheile konnte man sich in Holland über die Vorzüge der einen oder anderen Maschinengattung zum Wasserfördern (ältere Wurfräder, Kolbenpumpen mit Ventilen, Centrifugalpumpen etc.) nicht einigen[2])

1) Wiebe a. a. O., S. 260, giebt die Details eines ausgeführten Pumprades, dessen ganzer Durchmesser 5,3 Meter beträgt, während der hohle Trommelkörper 4,0 Meter Durchmesser hat, die Höhe jeder der 8 vorhandenen Schaufeln 0,65 Meter und die Radbreite 0,30 Meter beträgt. Bei 3,35 Meter Hubhöhe giebt Overmars dem Rade 5 Meter Durchmesser, bei 4,40 Meter Hubhöhe 8 Meter Gesammtdurchmesser, bei 6 Meter Hubhöhe 8,25 Meter Durchmesser etc. Die normale Umfangsgeschwindigkeit wird meistens 1,0 Meter, höchstens 1,5 Meter pro Secunde genommen, also etwa halb so gross, wie die vortheilhafteste Peripheriegeschwindigkeit der alten holländischen Wurfräder.

2) Welche widerstreitende Ansichten über die drei hauptsächlich (namentlich in Holland) vorkommenden Wasserfördermaschinen (Wurfräder, Pumpräder und Centrifugalpumpen) noch Ende der 70er Jahre existirten, erhellt aus den verschiedenen Berichten, welche sich namentlich recht angemessen in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins abgedruckt vorfinden.

Im Jahrgange 1879 (Bd. 25) der gedachten Zeitschrift theilt Herr Baurath Runde zu Kiel, von S. 366—380, eine werthvolle Arbeit mit, welche die Ueberschrift: „Dampfschöpfanlagen" trägt und worin S. 372 umfassende Versuche des holländischen Majors van Royen (aus der „Tijdschrift van het koninklijk Institut van ingenieurs") mitgetheilt werden und wobei u. A. „auf die Unzweckmässigkeit der Centrifugalpumpen aufmerksam gemacht und die Overmars'schen Pumpräder empfohlen werden." Der Berichterstatter Baurath Runde spricht nachher (S. 377, a. a. O.) seine Ansicht dahin aus, dass in jetziger Zeit nur noch zwei Maschinen in Frage kommen könnten, nämlich Overmars'sche Pumpräder und Centrifugalpumpen. Welchen von beiden der Vorzug zu geben ist, dürfte sehr schwer zu sagen sein; beide haben ihre grossen Vortheile — und beide verhältnissmässig wenig Nachtheile. Die Leistungen beider Maschinen sind mehr oder weniger dieselben."

Im Jahrgange 1882 (Bd. 28) derselben Zeitschrift veröffentlicht Herr Bauführer Danckwerts zu Harburg einen beachtenswerthen Aufsatz (a. a. O., S. 191—202) unter der Ueberschrift: „Die Entwässerung des Over-Bullenhausener Sielverbandes durch das Dampfschöpfwerk zu Fünfhausen an der Elbe." Berichtet wird zunächst, dass für die genannte Entwässerung Wurfräder in Anwendung gebracht werden, wovon wir später eine Abbildung liefern werden. Sodann liefert der Verfasser ein Verzeichniss von nicht weniger als 18 Quellen, worin über die fraglichen Wasserhebmaschinen (für den Zeitabschnitt von 1870 bis mit 1879) gehandelt wird, kommt aber S. 194 zu folgenden Schlüssen:

1. Finje'sche Pumpen und Schnecken sind nicht zu empfehlen, wo grosse Wassermengen auf geringe aber wechselnde Höhen zu fördern sind.

und wandte auch hier, wie in fast allen übrigen Ländern, besondere Aufmerksamkeit den Centrifugalpumpen oder Kreiselpumpen zu, da diese Maschinen bescheidene Grössen behalten, keine Ventile nöthig haben und das zu fördernde Wasser einen continuirlichen Strom vom Unterwasser bis zum Oberwasser bildet. Die allgemeinere Verwendung der Centrifugalpumpen hing eigentlich nur noch von richtigen Constructionsregeln ab, um sicher zu gehen, mit denselben Effecte zu erzielen, die nicht viel niedriger sind, als die anderer guter Wasserfördermaschinen und namentlich der gewöhnlichen Pumpen. Den Misscredit, in welchen die Centrifugalpumpen gerathen waren, verschuldeten übrigens besonders die Engländer, von denen selbst die renommirtesten Fabrikanten erkennen liessen, dass ihre praktische Erfahrung in einem Falle nicht maassgebend sein kann, wo theoretische Grundlagen allein richtige Anschauung und Constructionsregeln geben können[1]. In letzterer Beziehung haben die deutschen Männer der Wissenschaft und Praxis eine glückliche Bahn gebrochen, unter denen wir hier vorzugsweise Fink[2], Meinecke[3],

2. Schöpfräder (Wurfräder) werden früher oder später die Centrifugalpumpen aus dem Felde schlagen.

3. Das Pumprad von Overmars hat sich deshalb nicht bewährt, weil es in Wirklichkeit nicht die bei der Construction vorausgesetzte saugende Wirkung ausübt. (Spätere Urtheile lauten nicht so ungünstig.)

Ein interessanter Bericht des Reg.-Baumeisters Taaks über (neuere) „holländische Schöpfwerke im Jahrgange 1883 (Bd. 29), S. 314, erörtert die Werke von Schellingwoude, Zeeburg, Katwyk und des Mastenbrock-Polders, wobei schliesslich die Hauptdimensionen und Leistungen von 37 Wurfrädern und 11 Centrifugalpumpen mitgetheilt werden und zuletzt nachstehender Schluss folgt: „Die Schöpfräder (Wurfräder) sind bis 3 Meter Förderhöhe am billigsten im Betriebe, sind leicht zu unterhalten, in der Anlage nicht theuerer als andere Maschinen und verdienen daher die Beachtung im vollsten Maasse.

Die allerneuesten Mittheilungen und Erfahrungen über die Overmars'schen Pumpräder folgen später unter der Ueberschrift: „Maschinenwerke zur Ent- und Bewässerung von Ländereien."

1) Nach dem Hamburger Gewerbeblatte soll noch 1867 die renommirteste englische Fabrik im Gebiete der Centrifugalpumpen von John & Henry Gwyne in (Hammersmith) London für J. J. Langen & Söhne in Cöln eine Kreiselpumpe von nicht ganz 25 Procent Nutzeffect geliefert haben. Man sehe über die geringen Nutzeffecte englischer Centrifugalpumpen auch die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1868, Bd. XII. S. 385. Fraglich dürfte allerdings sein, ob die betreffenden Versuche, worauf sich die Angabe des Cölner Falles bezieht, angemessen und mit gehöriger Sachkenntniss angestellt wurden. General Morin in seinem Werke: „Des machines et appareils destinés à l'élevation des eaux", pag. 157, führt Experimente mit einer Gwyne'schen Pumpe an, wobei der Nutzeffect über 33 Procent betrug.

2) Theorie und Construction der Centrifugalpumpen. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XII. (1868), S. 1.

3) Theorie der Centrifugalpumpen mit Leitapparaten. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen. Jahrgang 27 (1868), Seite 91.

Werner[1]), Grove[2]) und Linnenbrügge[3]) nennen. Hinsichtlich einer richtigen und doch höchst einfachen Theorie für den Constructeur von Kreiselpumpen, wobei das Gehäuse den Leitcurvenapparat bildet, giebt der Verfasser dem Prof. Grove den Vorzug, wovon eine Pumpe, und zwar mit einem Einlaufe, zwei Durchschnittsansichten, Fig. 353 und 354, erkennen lassen.

Fig. 353.

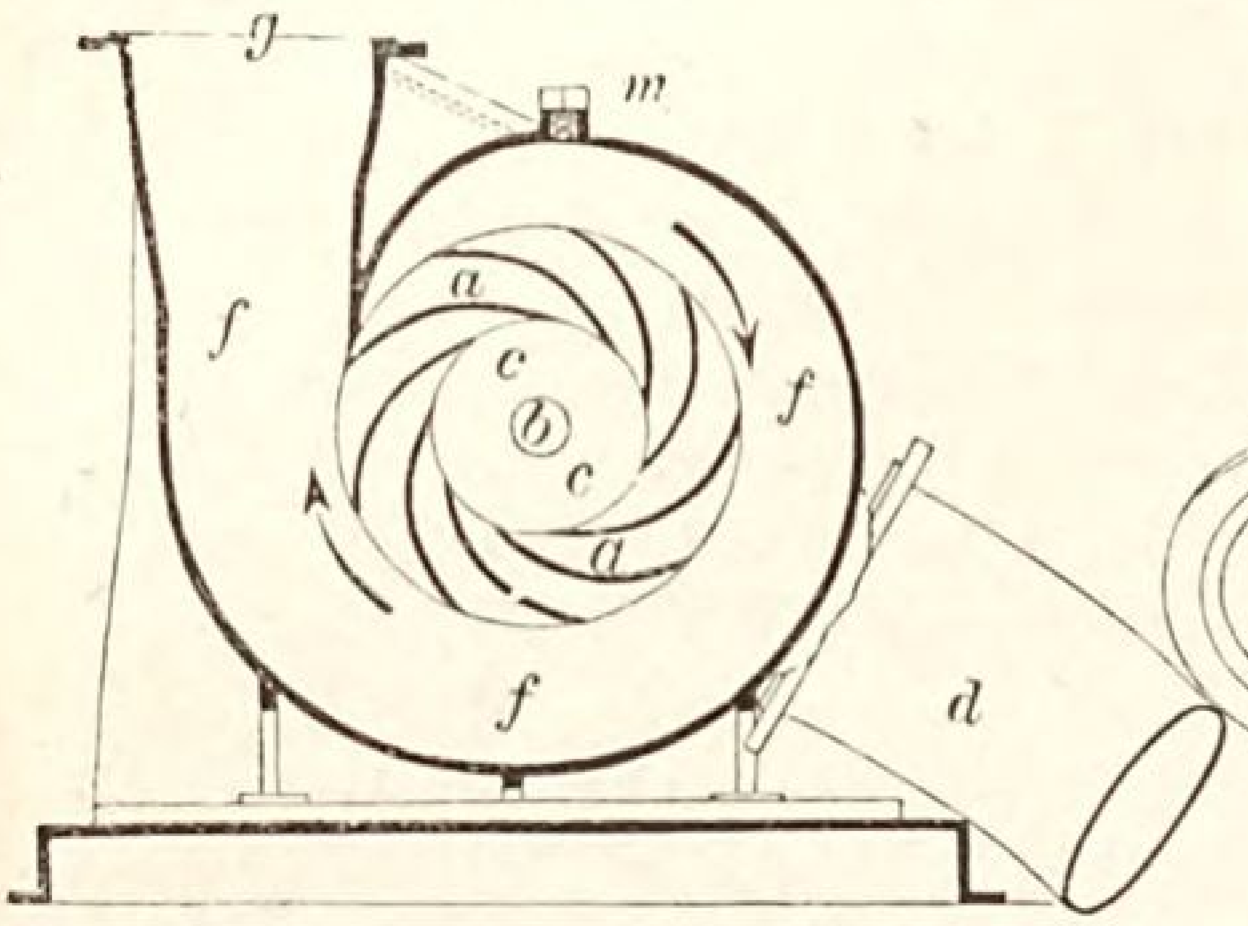
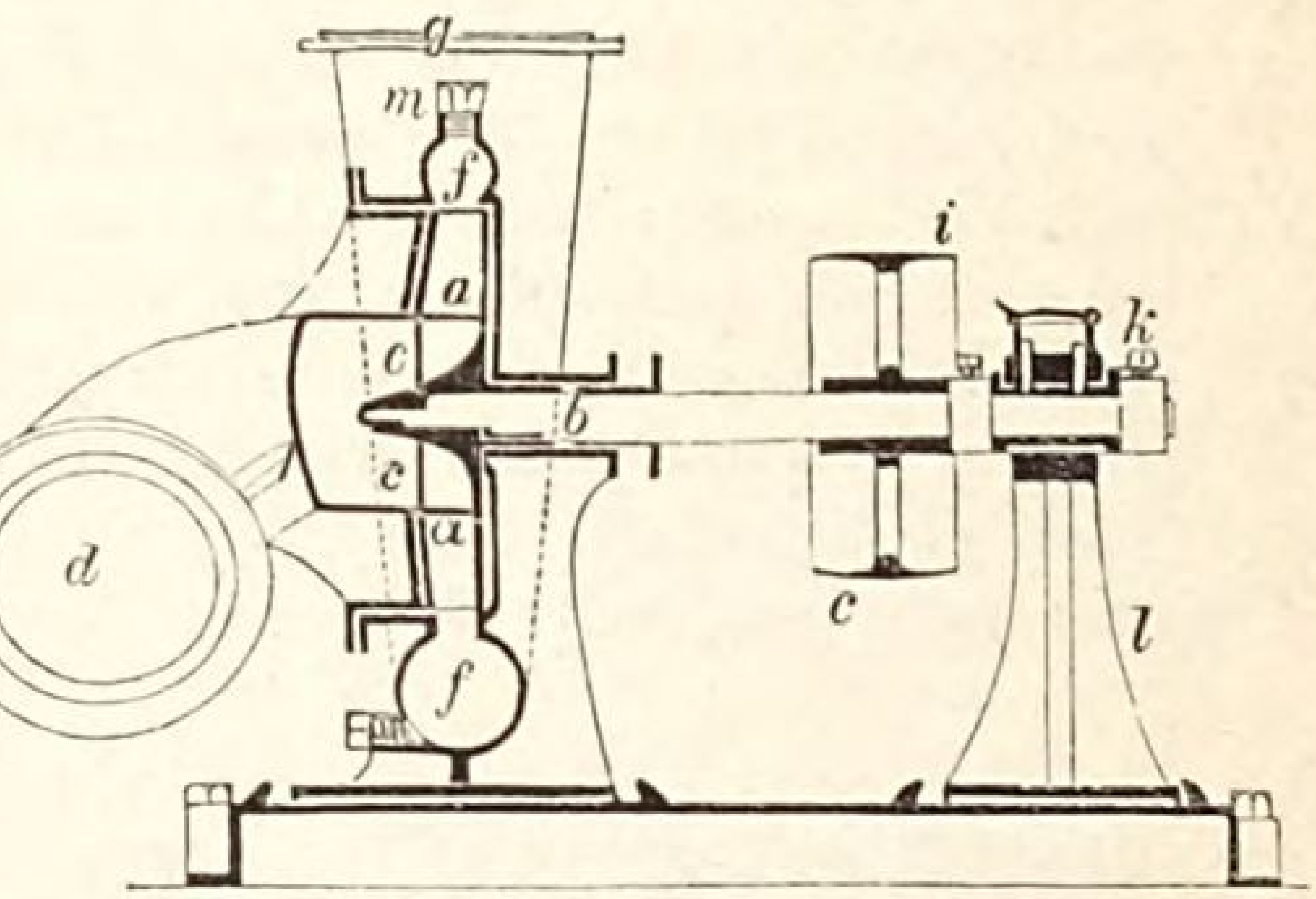


Fig. 354.



Das gusseiserne Gehäuse *f*, welches das Flügelrad *a* einschliesst, wird hier unmittelbar neben dem zu hebenden Wasser auf einem Quader des Mauerwerks oder auf einem über dem Wasser liegenden Träger befestigt und steht durch das in den Abbildungen abgebrochen gezeichnete Saugrohr *d* mit dem Unterwasser in Verbindung, während das Steig- oder Druckrohr bei *g* (aufwärts) zu denken ist.

Uebrigens besteht das Rad *a* aus zwei Radkronen und den zwischen diesen liegenden Radschaufeln, welche letztere in einer zur guten Leitung des Wassers genügenden Zahl vorhanden sein müssen. Die Abstände der Radkronen von einander stehen passend im umgekehrten Verhältnisse der Radien der betreffenden Stellen, damit das Wasser bei seinem Durchgange durch das Rad in radialer Richtung stets gleichen cylindermantelförmigen Durchflussquerschnitt findet.

Um das Rad in das Gehäuse *f* legen zu können, ist letzteres an der einen Seite mit einem wegnehmbaren Deckel, von der Grösse des Rades, versehen, den man nach dem Einbringen gehörig befestigt. Die Winkel, unter welchen die Schaufeln den inneren Radumfang *c* durchschneiden, nimmt Grove verhältnissmässig klein (21 bis 22 Grad), überhaupt so, dass das Wasser beim Eintritte in das Rad möglichst wenig Widerstand findet; aus ähnlichen Gründen werden auch die Winkel klein genommen, welche die Radcurven mit dem äusseren Umfange des Rades und die Richtung des aus dem Rade

1) Theorie der Turbinen, Kreiselpumpen und Ventilatoren. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XIII. (1869), S. 1 ff. (Auch als Separatabdruck bei R. Gärtner in Berlin erschienen.)

2) Mittheilungen des Gewerbevereins für Hannover, 1869, S. 130.

3) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIV. (1870), S. 6 u. 97. Hier wird sowohl ein innerer wie äusserer Leitapparat vorausgesetzt.

getretenen Wassers mit dem Radumfange bildet. Zu den Schaufelcurven nimmt Grove geeignete Kreisbogen, was theoretisch zulässig und für die Ausführung sehr bequem ist[1]).

Der Querschnitt des nach einer Kreisevolvente geformten Leitgehäuses *f* muss (normal zur Richtung des aus dem Rade fliessenden Wassers genommen) gleichmässig vom Anfange des Gehäuses (links von *a* Fig. 353) wachsen, woraus sich auch die grosse excentrische Stellung des Rades zum Gehäuse, sowie auch der genaue Anschluss (links von *a*) erklärt[2]).

Aufmerksam zu machen ist noch, dass bei allen Centrifugalpumpen die Saughöhe kleiner als bei Pumpen mit geliderten Kolben genommen werden muss, ja dass sie am besten wirken, wenn man sie unmittelbar in dem Wasser aufstellt, aus welchem gefördert werden soll.

Für die anfängliche Luftförderung ist die Umdrehzahl zu klein, um eine entsprechende Luftverdünnung zu erzeugen. Lässt sich eine grössere Saughöhe nicht umgehen, so ist es am gerathensten, die Pumpe vorher ganz mit Wasser zu füllen, wozu allerdings erforderlich ist, dass die unterste Stelle des Saugrohres *d* mit einem sich nach Innen öffnenden Ventile (einem sogenannten Fussventile) versehen wird, sowie dass sich an der höchsten Stelle des Gehäuses eine Oeffnung *m* vorfindet, um entsprechend Füllwässer einbringen zu können.

Nachdem man seit Anfang der sechsiger Jahre bemüht war[3]), bei einfach- und doppeltwirkenden Pumpen, welche von der Bewegungsmaschine (vom Motore) weit abstanden, die horizontale oder verticale Transmission durch hydrostatische oder hydraulische Gestänge zu ersetzen, ist man in jüngster Zeit noch weiter gegangen und hat die Gestänge dadurch ganz entbehrlich gemacht, dass man unterirdische Wasserhaltungsdampfmaschinen, tief unten im Schachte oder Steinbruche, unmittelbar an dem Orte aufstellte, von welchem ab Wasser gefördert werden sollte. Erfolgreich zum Ziele gebracht wurde dieses Bestreben aber besonders dadurch, dass man diese unterirdischen oder in Ver-

1) Grove hebt (a. a. O. S. 415) gehörig hervor, dass die Anwendung gerader Schaufeln die Herstellung wohl erleichtert, die Bewegungsverhältnisse aber ungünstiger gestaltet und solche deshalb weniger empfehlenswerth sind.

2) In Fig. 354 müssen die zwischen *a* und *c* hervorspringenden Kanten abgerundet sein.

3) S. Schüler, Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins. Jahrgang 1862, S. 183.

Ferner Proudhomme & Co. in Paris (pompes sans limite à simple et à double effet) in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. VIII. (1864), S. 68. Sodann Till in derselben Zeitschrift, Bd. IX. (1865), S. 154, und Prof. Werner, Theorie der Wassergestängepumpen, ebendaselbst S. 279.

Endlich v. Detten in der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen. XVII. Bd. (1869), S. 319: „Hydraulische Pumpengestänge zur Wasserhaltung." Auch S. 337 daselbst.

tiefungen arbeitenden Pumpen durch Dampfmaschinen ohne rotirende Bewegung in Betrieb setzte.

Die Auflösung dieses ebenso interessanten wie hoch bedeutsamen Problems scheint zuerst den Amerikanern Maxwell & Cope[1]) und Scott Cameron[2]) in New-York gelungen zu sein, deren Patentträger für England beziehungsweise Hayward Tyler & Co. in London und Tangye Brothers in Birmingham sind und die sich selbst vielfach bemühten, der guten Sache zu nützen.

Statt aller weiteren Erörterungen über diese „Dampfpumpensysteme" mag hier das Urtheil des Berghauptmanns Dr. Serlo in Breslau Platz finden, welches derselbe in seinem vortrefflichen Berichte über die „Wasserhaltungsdampfmaschinen" der Wiener internationalen Weltausstellung von 1873 (Gruppe I., Section I., A. Bergbau, S. 47) abgiebt und das also lautet:

„Fast überall macht sich die Meinung geltend, dass die unterirdisch aufgestellten Pumpen, welche nach Cameron's Princip von Tangye Brothers in Birmingham gebaut sind, vor allen den Vorzug verdienen. Sie haben kurzen und schnellen Hub und können bei aller Gedrängtheit sehr viel leisten, sie machen das lästige und häufig zu Betriebsstörungen führende Gestänge gänzlich überflüssig, so dass sie an vielen Punkten demnächst zur Anwendung gelangen werden und schon gelangt sind."

Gegenüberstehende Fig. 355, dem Tangye Brother'schen Preiskataloge entnommen[3]), giebt eine deutliche Uebersicht einer solchen unterirdischen Wasserhaltungsmaschine, wobei das Wasser in einer Tour auf ganz erhebliche Höhen hinaufgedrückt wird, das Pumpengestänge und die damit verknüpften Gefahren und Unannehmlichkeiten hinwegfallen, der Nutzeffect ein erheblicher ist und die Anlagekosten verhältnissmässig gering sind[4]).

Nach dem Engineer vom 6. März 1874 (pag. IX. Ankündigungen) haben Tangye Brothers kürzlich auf Adelaide Colliery bei Bishop Auckland eine unterirdische Wasserhaltungsdampfpumpe aufgestellt und zu Aller Zufriedenheit

1) „Génie industriel." Juni 1868, pag. 307. Hieraus „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure." Bd. XIV. (1870), S. 198.

2) Patent specification Nr. 1899, vom 21. Juni 1869. Als Cameron's Patentträger für England ist hier ein gewisser W. R. Lake, Consulting Engineer in London, angegeben. Wahrscheinlich hat nachher dies Patent die Firma Tangye Brothers in Birmingham an sich gekauft, was auch daraus erhellt, dass der eine Bruder ein Verbesserungspatent (unterm 7. Decbr. 1872), Specification Nr. 3724, unter der Benennung nahm: „Expansion Gear for direct-acting Steam Pumping Engines."

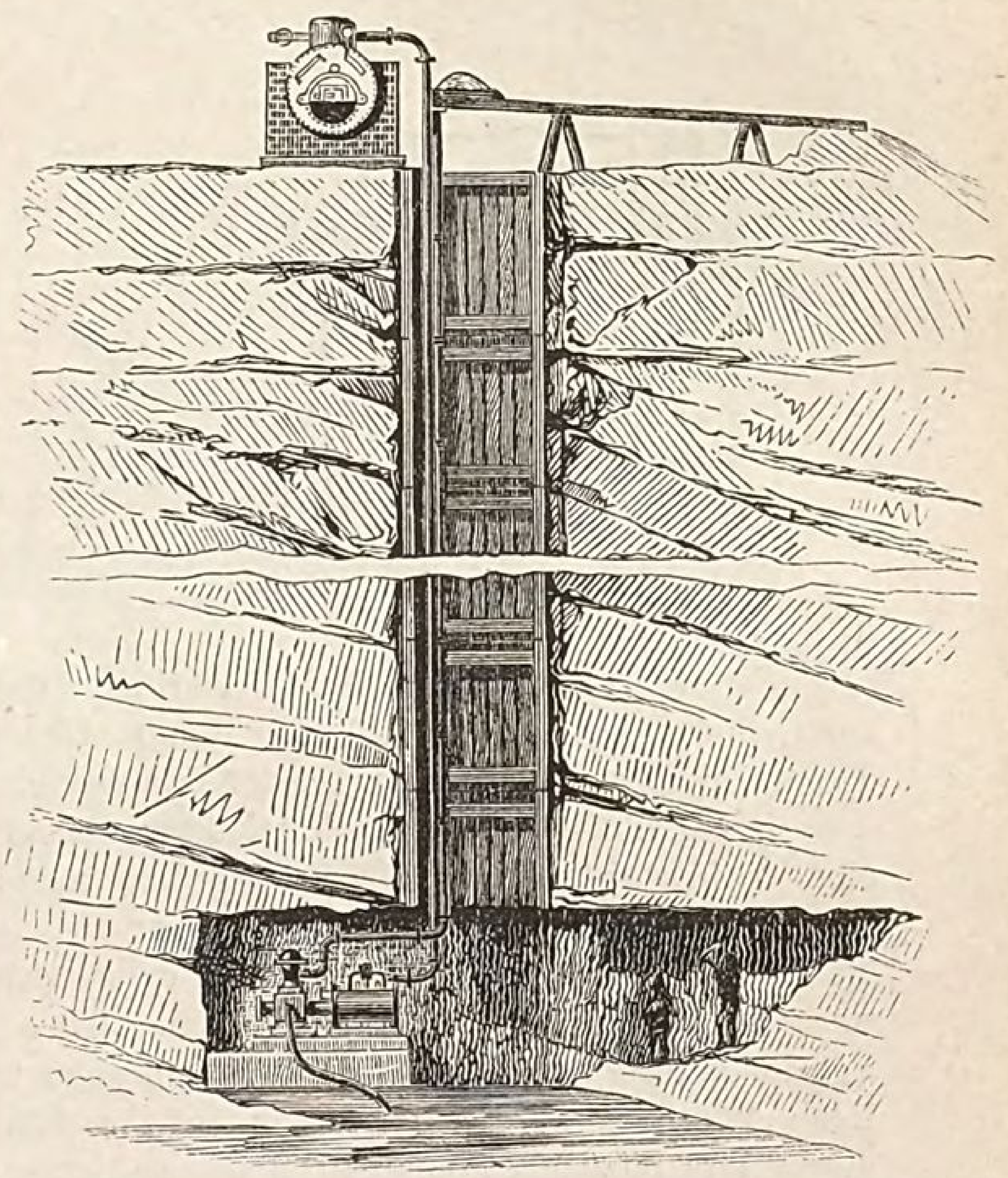
3) In Nr. 32 der Dr. Grothe'schen „Allgemeinen deutschen Polytechnischen Zeitung" vom 9. Aug. 1873 findet sich ausser unserer Abbildung auch die einen Steinbruch betreffende Disposition.

4) Man sehe hierüber eine schöne Abhandlung von C. Haber in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XVI. (1872), S. 226, welche die Ueberschrift trägt: „Unterirdische Wasserhebemaschine in England."

in Gang gebracht, welche das Grubenwasser in einer Tour auf 318 Meter (1044 Fuss engl.) verticale Höhe fördert [1]).

In Bezug auf unsere Fig. 355 werde noch aufmerksam gemacht, dass offenbar nur zwei Rohre in dem Schachte erforderlich sind, wovon das eine den Dampf aus einem zu Tage aufgestellten Kessel zu der über dem Schachtwasser montirten Maschine leitet, das andere das von der Pumpe in die Höhe gedrückte Wasser fördert und oben in ein geeignetes Gerinne ausgiesst. Der Abdampf kann noch zur Ventilation des Wetterschachtes benutzt werden [2]).

Fig. 355.



Obwohl man in England auch den Dampfkessel in der Grube selbst aufstellt (u. A. auf der erwähnten Adelaide Colliery [3]), so dürfte dies Verfahren doch nicht als nachahmungswerth zu bezeichnen sein. Der gegen dies ganze unterirdische Dampfpumpensystem gemachte Einwurf aber, dass ein öfteres Ersaufen der ganzen unterirdischen Anlage eintreten könne, ist in ganz jüngster Zeit durch einen Fall beleuchtet worden, der interessant und praktisch wichtig zugleich ist.

In der Versammlung der Londoner Society of Engineers berichtete ein Herr H. Davey [4]) über Verbesserungen der Dampfpumpen für Bergwerke und bemerkte dabei, dass bei den Clay Cross Collieries die unterirdische Dampfpumpe kürzlich durch einen Unfall völlig unter Wasser gesetzt wurde, die

1) Die grössten seither durch Pumpen gewältigten Wassersäulen hatten folgende Höhe: Reichenbach's Illsang-Wassersäulenmaschine (Bd. 1, S. 354 erste Auflage und S. 443 zweite Auflage) 359 Meter. Junker's Wassersäulenmaschine bei Huelgoat (Bd. 1, S. 359 erste Auflage und S. 447 zweite Auflage) 230 Meter. Jordan's Wassersäulenmaschine bei Lautenthal (Bd. 1, S. 358 erste Auflage und S. 446 zweite Auflage) 136 Meter.

2) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XVI. (S. 227).

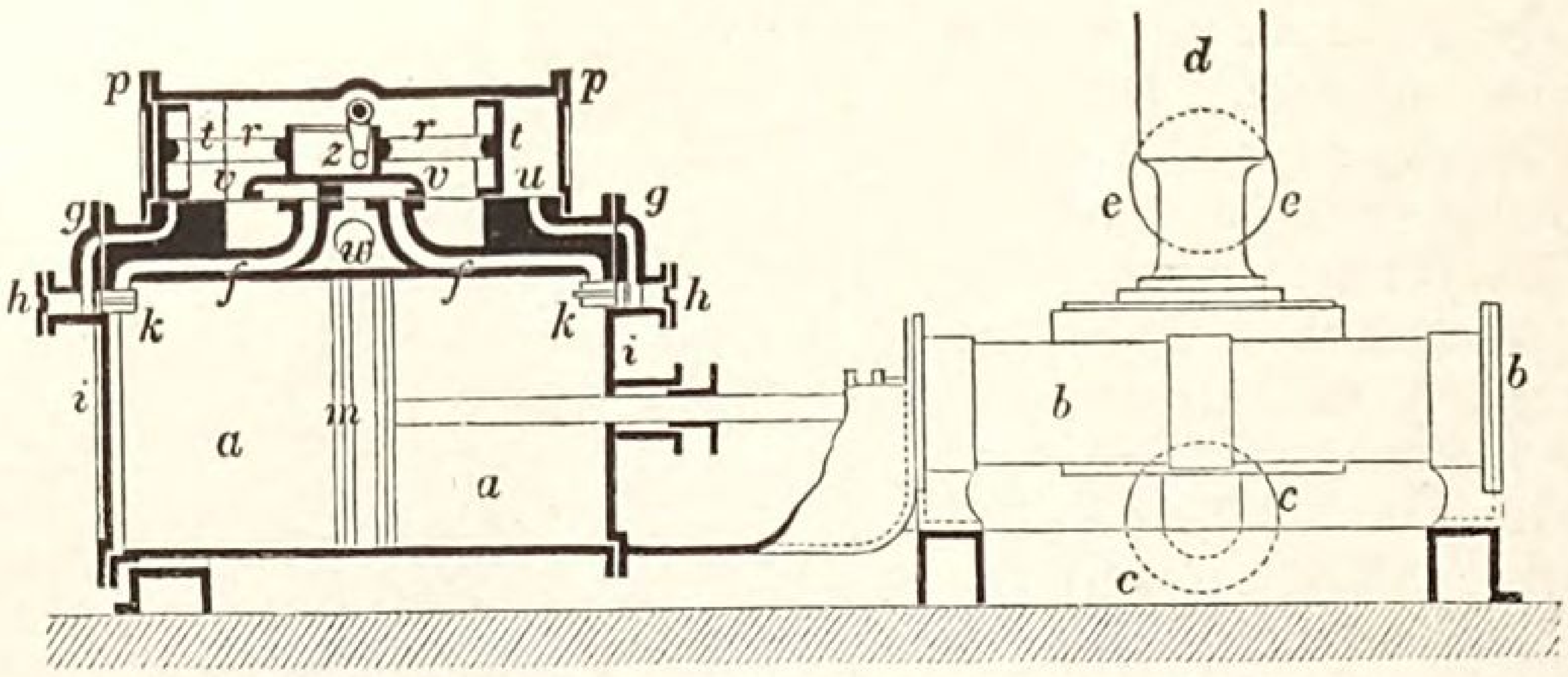
3) Ebendaselbst S. 228.

4) The Engineer vom 24. October 1873, pag. 268.

Dampfmaschine (bei zu Tage aufgestelltem Kessel) aber ungestört fortarbeitete und nach zwei Monaten unausgesetzten Betriebes die Maschinenstelle wieder trocken d. i. zugänglich geworden war.

Es erübrigt jetzt noch, das wichtige Thema der unterirdischen, direct wirkenden Dampfpumpe durch die Beschreibung eines guten Exemplares der letzteren zu vervollständigen und zwar durch die hier in Fig. 356 skizzirte Maschine der Herren Tangye Brothers.

Fig. 356.



Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass *a* der Dampfcylinder und *b* der Cylinder der doppeltwirkenden Pumpe (De la Hire's System) ist, sowie dass zu letzterer das Saugrohr *c*, der Windkessel *d* und das Steigrohr *e* gehört.

Der Cylinder *a* ist mit zwei Paar Dampfcanälen versehen, wovon das eine *ff* in gewöhnlicher Weise vom Schieberspiegel bis zu den Enden des Cylinders führt, das andere Paar *gg* aber von den Enden des Schieberkastens bis zu den inneren Enden der kleinen cylindrischen Behälter *hh* leitet, welche sich an den beiden Deckeln *i* befinden. Jeder der Behälter *h* ist mit einem Ventile *k* versehen, welches eine Oeffnung im Cylinderdeckel schliessen kann. Beide Ventile *k* werden durch den auf ihre Rückseite wirkenden Dampfdruck gegen ihre Sitzflächen gepresst und geschlossen, dagegen geöffnet, wenn der Dampfkolben *m* an den in den Cylinder *a* hineinragenden Stiel derselben stösst.

In den cylindrischen Endtheilen des Schieberkastens *p* befinden sich Steuerkolben *tt*, welche auf ihrer inneren Seite dem im Schieberkasten vorhandenen Dampfdrucke ausgesetzt sind, wogegen ihre Rückseiten gegen Räume stossen, die mit den Canälen *gg* in Verbindung stehen. Der Zweck der Kolben *tt* ist kein anderer, als der, dem gewöhnlichen Dampfvertheilungsschieber *vv* die erforderliche Bewegung zu ertheilen, zu welchem Ende letzterer mit Vorsprüngen versehen ist, gegen welche Stangen und Nasen *rr* der Steuerkolben *tt* zur rechten Zeit drücken. Die Steuerkolben passen übrigens nicht ganz dicht in ihre vorerwähnten Cylinder und gestatten deshalb ein geringes Durchdringen (Entweichen) des Dampfes, welcher eingeschlossen wird und auf den Rückseiten der Kolben ein elastisches Kissen bildet.

Zum Ingangsetzen der Maschine dient ein Steuerhebel *z*, mit welchem der Schieber *vv* einige Mal von der Hand hin- und hergeschoben wird, bis die Maschine sich selbstständig fortzubewegen im Stande ist. Bei der in Fig. 356 gezeichneten Stellung ist der Dampfkolben *m* im Begriff sich nach rechts zu

bewegen. Der Schieber *v v* hat den Dampfweg rechts mit dem Anblaserohre *w* in Verbindung gesetzt und denjenigen links dem frischen Dampfe geöffnet. Gelangt der Kolben *m* an das Ende seines Schubes, so trifft er an den Stiel des die Kammer *h* (rechts) schliessenden Ventiles *k* und öffnet letzteres. Hierdurch wird aber der Raum *u* mit dem Ausblaserohre *w* in Verbindung gesetzt und der hinter dem Steuerkolben rechts befindliche Dampf kann, den Weg *u g k* passirend, durch das Ausblaserohr entweichen. Sodann wird aber durch den Ueberdruck des Dampfes im Schieberkasten *p p* der rechts befindliche Steuerkolben nach rechts verschoben, hierdurch aber auch der Dampfschieber *v v* nach rechts hin bewegt, dem frischen Dampfe der rechtsseitige Canal *f* geöffnet und dem Abdampfe links der Weg zum Ausblaserohre *w* geöffnet. Aus Allem erhellt, dass hier eine ganz zweckmässige, selbstthätige Steuerung geschaffen ist, welche nur wenig zu wünschen übrig lässt[1]).

1) Ausser in den bereits oben notirten englischen Patent Specifications ist uns nur noch eine Quelle zum Verständniss hinreichender Abbildungen vorgekommen, nämlich in Uhland's Zeitschrift „Der praktische Maschinenconstructeur.“ Fünfter Jahrgang, 1872, S. 247.

Im 21. Bande (1. Band der neuen Reihe) von Armengaud's Publ. industr. (Paris 1874) wird eine direct wirkende Dampfpumpe ohne Rotationsbewegung beschrieben und mit (schönen) Abbildungen begleitet, welche von einem Amerikaner mit Namen Hardik in New-York herrühren soll, deren Steuerung (gegenüber der Cameron'schen) noch vereinfacht ist und welche Poillon in Lille bereits nachbaut. — Wir möchten schliesslich noch die Gelegenheit benutzen und auf Professor Werner's sinnreiche Construction einer Steuerung für Dampfpumpen ohne Rotation aufmerksam machen, welche sich in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIV. (1870), S. 197, besprochen vorfindet und dort auf Tafel VI. abgebildet ist.

Eine recht dankenswerthe Arbeit hat in neuester Zeit der Ingenieur Hülsenberg zu Freiberg in Sachsen unter dem Titel geliefert: „Ueber direct wirkende Dampfpumpen“, worin sämmtliche (bemerkenswerthe) derartige Pumpen besprochen werden, welche bis Anfang des Jahres 1885 bekannt wurden.

Abgedruckt ist diese Arbeit in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Jahrg. 1884, S. 867 und 908, sowie Jahrg. 1885, S. 409 und 429. Der Verfasser theilt die sämmtlichen direct wirkenden Dampfpumpen in sechs Classen, wobei die 4. Classe alle die enthält, bei denen der Schieber durch Kataraktsteuerung (Steuerung mit Hubpausen, S. 362) umgesteuert wird. Als eine vorzügliche Art dieser Gattung hebt Hülsenberg die „Warthington's“ hervor, der seit 1845 zu den besten, bekannten Pumpenfabrikanten Nordamerikas gehört. Die neuesten Nachrichten über Warthington's Dampfpumpen lieferte kürzlich Mr. J. G. Mair, Partner der Firma James Simpson & C., im Engineering vom 5. Februar 1886.

Weitere Angaben über direct wirkende (vorzugsweise nordamerikanische) Dampfpumpen enthalten noch die Mittheilungen des Ingenieurs Mannlicher im amtlichen österr. Berichte über die Weltausstellung in Philadelphia von 1876 und zwar Heft 21, S. 10 etc.

Es erübrigt jetzt noch, Specielles über die bereits Seite 585 (erste Auflage) und Seite 352 (zweite Auflage) gegenwärtigen Bandes (Note 2) hervorgehobenen Wasserfördermaschinen mit directem Dampfdrucke (Dampf-Vacuum-Pumpen) zu berichten, welche in der Neuzeit besonders unter dem Namen „Pulsometer", „Aquameter", „Siphonoid" u. s. w. aufgetaucht und mehr oder weniger zur praktischen Anwendung gelangt sind.

Die erste brauchbare, im Grossen ausgeführte und angewandte Wasserfördermaschine mit directer Wirkung des Wasserdampfes, war die bereits Bd. 1, Seite 399 (erste Auflage) und Seite 494 (zweite Auflage) besprochene Savery'sche (sogenannte) hydraulische Dampfmaschine. Bekanntlich wurde letztere schon durch Newcomens' atmosphärische (Kolben-) Dampfmaschine, mehr noch aber (eigentlich vollständig) durch Watt's einfachwirkende (Kolben-) Dampfmaschine verdrängt.

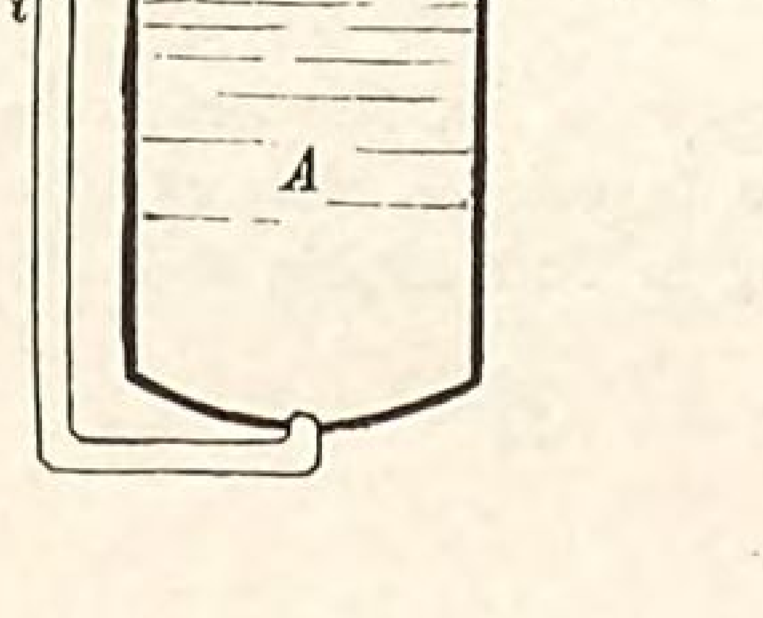
Erst im Jahre 1838 scheint der Engländer Harrison in Blair den direct wirkenden Wasserdampf wieder zum Fördern von Salzsäure und Schwefelsäure in Anwendung gebracht zu haben, wie namentlich in der unten notirten zuverlässigen Quelle berichtet wird[1]).

Ob Harrison es war, der für diesen Apparat bereits den Namen Montejus wählte, scheint nicht ganz festgestellt zu sein. Thatsache ist nur, dass derselbe bald nachher in den ersten Fabriken für Rübenzuckerfabrikation zum Heben (Fördern) des Saftes in Anwendung gebracht wurde. Für letztere Zwecke scheint man den Montejus von solcher Gestalt und Anordnung ausgeführt zu haben, wie dies aus der hier unten beigefügten Note (Fig. 357) zu erkennen ist[2]).

1) Prof. Lunger in Zürich, in Bolley's Handbuche für chemische Technologie. Vierte Auflage von 1879, Bd. 2, S. 231, Pumpe für Salzsäure und S. 370, Pumpe für Schwefelsäure.

2) Der Montejus als Saftheber (nach Muspratt's Techn. Chemie, Bd. 1, 3. Auflage, Seite 288) besteht (in einfachster Gestalt) aus einem starken Behälter A (Fig. 357) aus Eisenblech, den man so tief in die Erde versenkt, dass das Rohr b die Mündung der Rinne bildet, in welchem die Maische aus dem Bottich gelassen wird. Oben ist der Behälter durch die bekannte Bügelanordnung a (wie bei den Mannlöchern der Dampfkessel) verschlossen. Der frische Dampf wird durch ein Rohr c zugeführt, welches Rohr mit einem Ausblasehahne e versehen ist. Nach Verschliessen eines anderen Hahnes im Rohre b und des Lufthahnes e füllt der Dampf den über der Maische im Gefässe A befindlichen Raum, wodurch nach Oeffnen des Hahnes im Steigrohre d der Dampfdruck den Inhalt von A in das Maischreservoir treibt.

Fig. 357.



Die Quellen noch anderer Anordnungen, wo der Dampfdruck direct zum Fördern von Flüssigkeiten verwandt wird, wurden bereits S. 585 dieses Bandes (erste Auflage) und S. 352 (zweite Auflage), Note 1 genannt, worauf verwiesen werden muss.

Fig. 358.

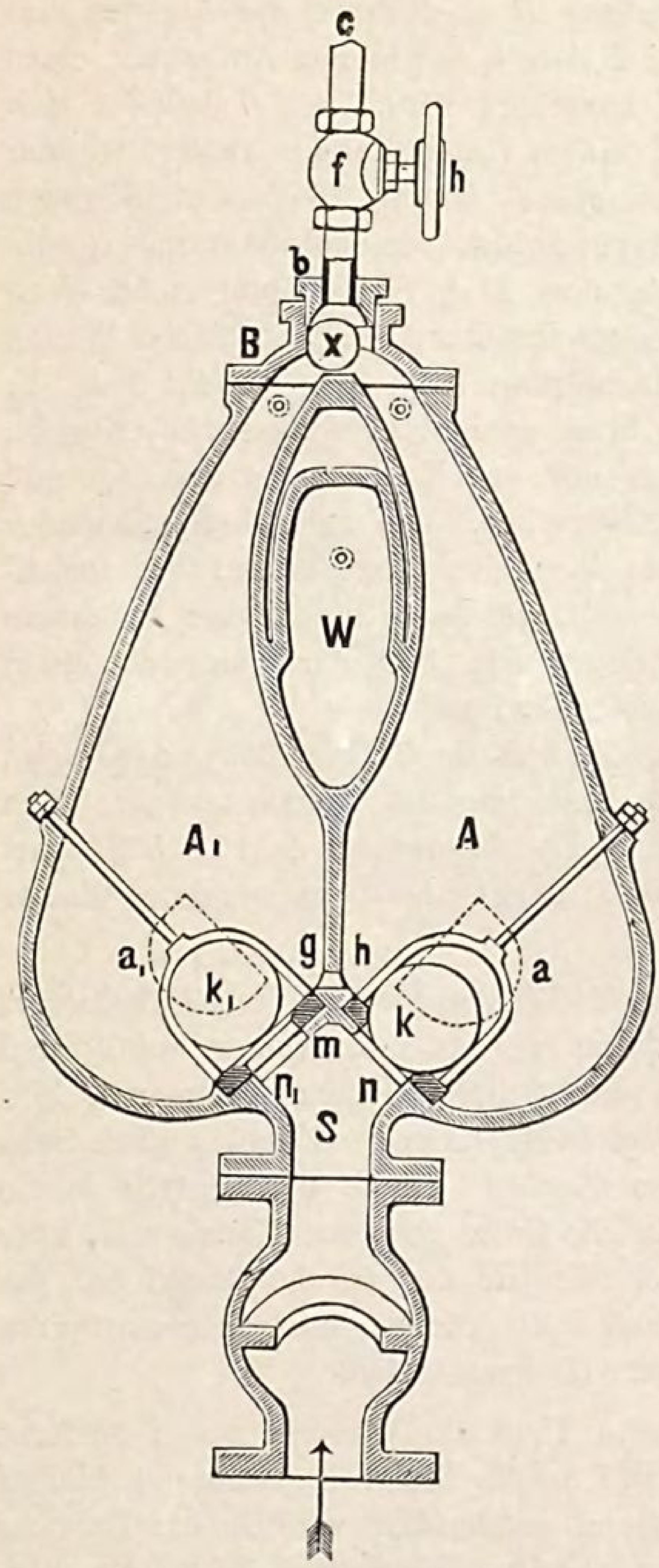
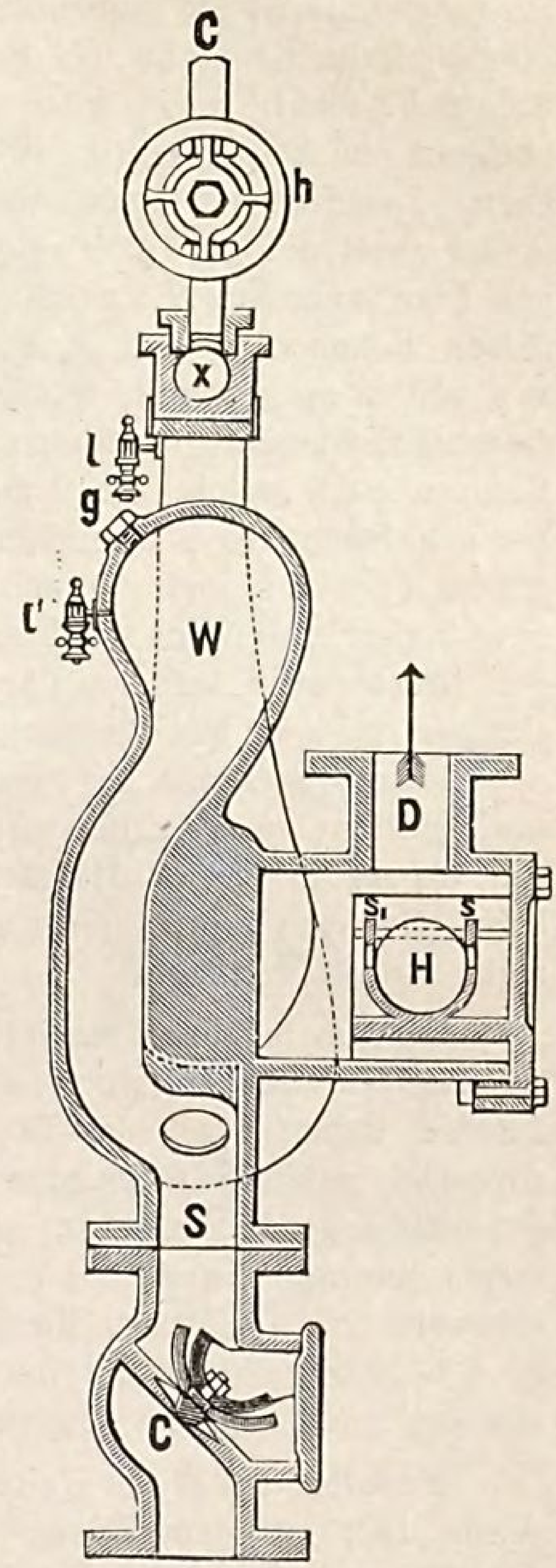


Fig. 359.



Der jetzt als Pulsometer (oder auch Aquameter etc.) bekannte Apparat zum Fördern von Flüssigkeiten durch directen Dampfdruck, auch Dampf-Vacuum-Pumpe genannt, scheint von Carl H. Hall in New-York herzurühren, dessen erstes (amerikanisches) Patent vom 19. December 1871 datiren soll[1]). Hall beschäftigte sich derartig fortwährend mit der Verbesserung des Appa-

1) C. Schaltenbrand, Ing. in Berlin: „Der Pulsometer oder die Dampf-Vacuum-Pumpe. Berlin 1877, S. 5 etc.

rates, dass er bereits 1872 nicht weniger als 29 Patente in Amerika genommen hatte.

Der Hall'sche Pulsometer von 1872 besteht aus zwei birnenförmigen Kammern A und A_1 (Fig. 358), die sich nach oben hin in einer Weise vereinigen, welche die Abbildung hinlänglich erkennen lässt. Auf der Vereinigungsstelle ist ein kappenförmiger Aufsatz B angebracht, der zugleich den erforderlichen Raum für ein Kugelventil x liefert, sowie zur Aufnahme eines Rohres bc dient, worin frischer Dampf zugeführt wird. Bei f befindet sich übrigens ein Absperrventil, welches von einem Handrade aus regiert werden kann. Zwischen den beiden Kammern A und A_1 ist ein Windkessel W (auch in der zweiten Figur [359] sichtbar) eingeschaltet, dessen Innenraum sowohl mit dem Saugrohre S als mit dem Steigrohre D in Verbindung steht. Von beiden Kammern A und A_1 wird der Saugrohrstutzen S durch flache Wände mn und mn_1 getrennt, welche man dachförmig (Fig. 358) geneigt hat. In diesen Scheidewänden befinden sich die Sitze geeigneter Saugventile (Kugeln, Klappen etc.), welche die Communication mit den Kammern A und A_1, und mit dem Saugrohre S herstellen oder unterbrechen. Von jeder Pumpenkammer führen Canäle a und a_1 zum rückwärts liegenden Ventilkasten des Druck- oder Steigrohres D, in welchem sich ebenfalls geeignete Wände zur Aufnahme der Druckventile befinden, wovon jedoch in Fig. 359 nur eines derselben sichtbar und mit dem Buchstaben H bezeichnet ist.

Im oberen Theile des Apparates sind Luftventile ll (Fig. 359) angebracht, sowie mit g eine verschliessbare Oeffnung bezeichnet ist, welche zum Einfüllen von Wasser in den Windkessel W dient. Ein besonderes in Fig. 359 sichtbares (Gummi-) Ventil C dient zur Sicherung, damit bereits angesogenes Wasser nicht zurückfallen kann.

Um nun möglichst rasch Einsicht in die Wirkungsweise dieses Pulsometers zu erlangen, denken wir uns den Apparat bereits mit Wasser gefüllt und frischen Dampf durch das Rohr cb in die rechts gelegene Kammer A einströmend, wozu die in unserer Figur gezeichnete Lage der Kugel x nach links gedrückt angenommen wird, so dass dem frischen Dampfe der Eintritt in die rechts gelegene Kammer A gestattet, in die links gelegene Kammer A_1 aber verwehrt ist. In diesem Zustande wird offenbar der frische Dampf auf das n A befindliche Gemenge von Wasser und Luft drücken, letztere comprimiren und das Aufsteigen des Wassers im Rohre D veranlassen.

Nachdem auf diese Weise der grösste Theil des Wassers aus A entfernt wurde, tritt mit dem Wasser auch Dampf in das Steigrohr, während hierbei das Wasser zurückfällt, den Dampf schnell condensirt, wird in der Kammer ein Vacuum erzeugt, dem zuerst Wasser aus dem Windkessel W zufällt. Zufolge des nun in der zweiten Kammer A_1 entstehenden grösseren Druckes wird die Steuerkugel von links nach rechts, d. i. in die entgegengesetzte Lage von derjenigen gedrückt, welche unsere Abbildung Fig. 358 erkennen lässt, wobei also die Kugel x den Dampfeintritt in die erste Kammer A abschliesst und das Einströmen frischen Dampfes in A_1 zulässt. Während derselben Zeit hat im ersten Gefässe A das Wasseransaugen durch das Rohr S begonnen, wobei natürlich das Saugventil k geöffnet war. Im zweiten Gefässe A_1 beginnt nun derselbe Process, welchen wir vorher im ersten Gefässe A erörterten.

Mit Hülfe der oben im Halse des Gefässes angebrachten Luftventile $l_1 l$ ist eine Regulirung der Saug- und Druck-Periode ermöglicht. Das Einlassen einer grösseren Luftmenge verlängert die Saug- und kürzt die Druck-Periode ab; eine Verringerung der Luftmenge bewirkt das Umgekehrte[1]).

Fig. 360.

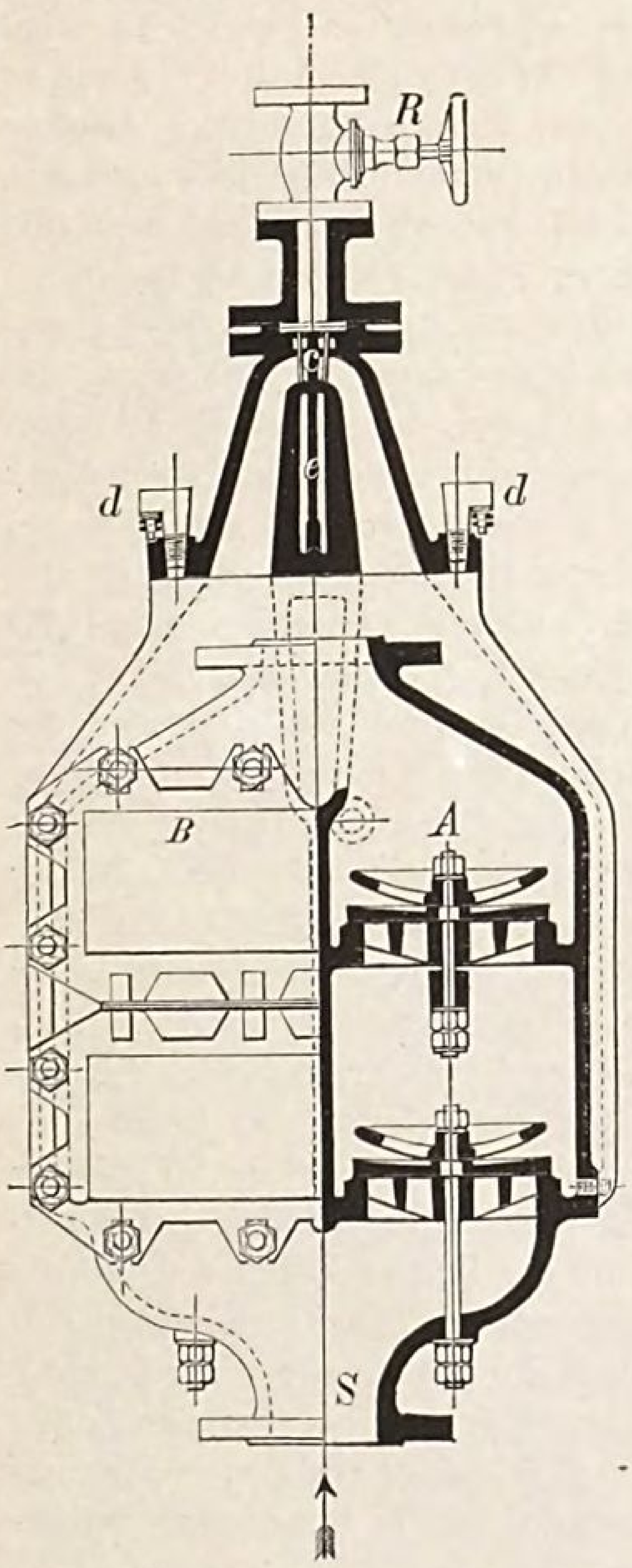
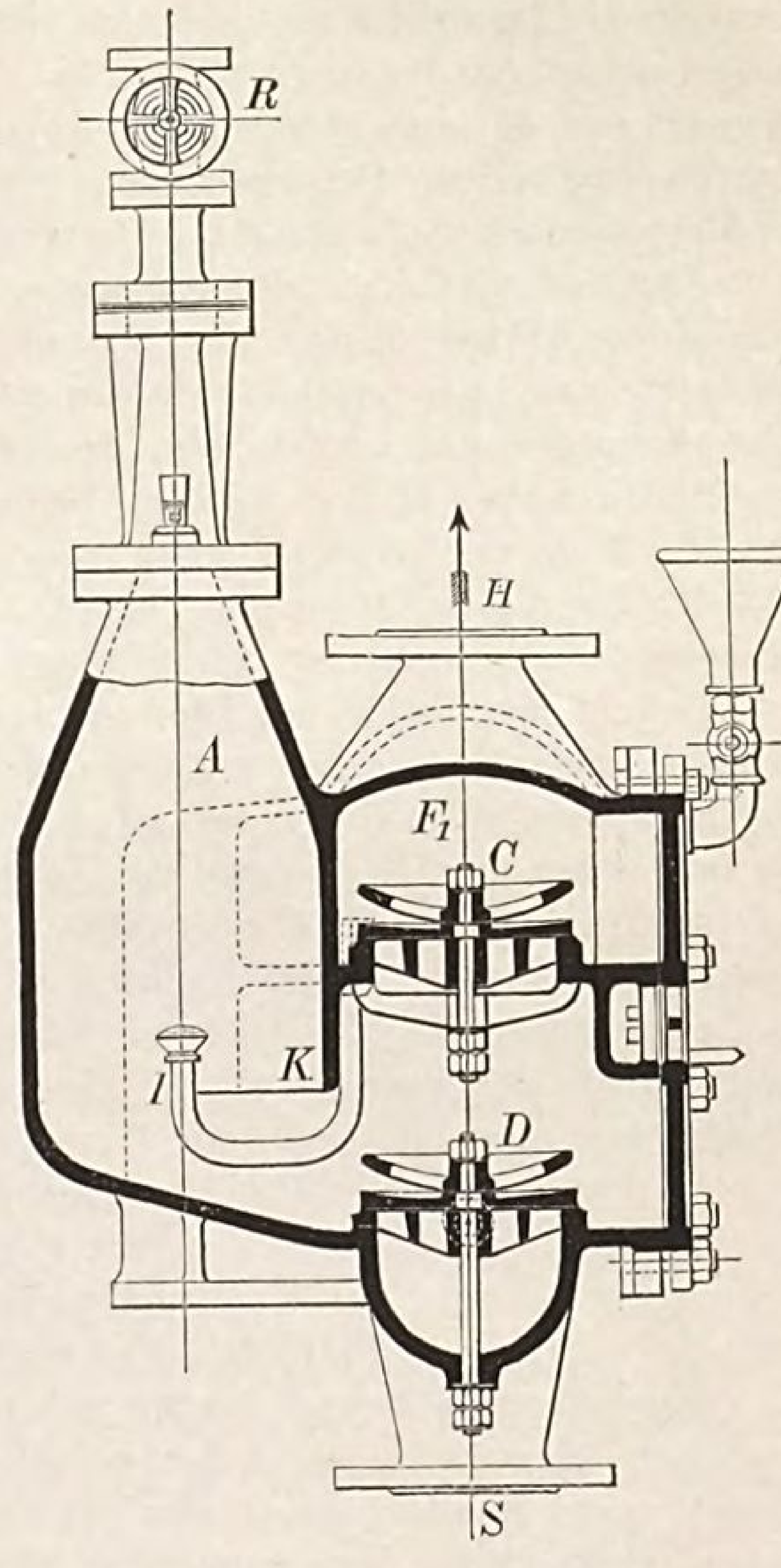


Fig. 361.



1) Ausführlicher über alle diese Vorgänge handelt ein längerer Aufsatz im Jahrgange 1879 der Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, welchem, zum grössten Theile, eine Arbeit des österreichischen Hauptmanns Kaiser zu Grunde gelegt ist, auf welchen wir später zurückzukommen Veranlassung finden werden.

Noch mehr und ganz besonders befasst sich mit der Wirkungsweise der Pulsometer ein Vortrag des Ingenieurs Ullrich in Berlin, der sich abgedruckt vorfindet in der Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1883, Seite 46 etc.

Da es geradezu unmöglich, die grosse Zahl von Pulsometer-Constructionen zu besprechen, welche seit den 70er Jahren in Amerika, England und Deutschland aufgetaucht sind und in Bezug auf welche auf die bekannten englischen Patent-specifications und auf die Patentschriften des Deutschen Reiches hingewiesen werden muss[1]), hat der Verfasser die rühmlichst und weit über die Grenzen Deutschlands hinaus bekannten Ingenieure und Fabrikbesitzer Gebrüder Körting in Hannover um Mittheilung ihrer allerneuesten Pulsometer- und Aquameter- (Aquapult-)Constructionen (Patent Ulrich), eine Bitte, die mir in zuvorkommendster Weise erfüllt wurde. Von den Herren Körtings empfing ich nicht nur die vorstehenden vier Abbildungen (Figuren 360—363), sondern auch die zugehörigen Beschreibungen, welche letztere ich für Pflicht hielt (bis auf kleine redactionelle Dinge), in unveränderter Weise hier aufzunehmen.

Zunächst wird auch hier vorausgesetzt, dass der Apparat mit Wasser gefüllt, also betriebsfähig ist. Fig. 360 und 361 lassen dann die Anordnung des Pulsometers in zwei verschiedenen Ansichten erkennen, wobei vor Allem darauf aufmerksam gemacht werden mag, dass die sogenannte Steuerung oben unter dem Eintrittsrohre R des frischen Dampfes keine Kugel ist, wie dies bei Hall der Fall war, sondern durch eine Zunge c gebildet wird, wodurch also bald der Zugang zu der einen, bald zu der anderen Kammer A durch das Anliegen der Zunge an der betreffenden Canalmündung verschlossen wird.

Oeffnet man daher das Sperrventil für den Dampfzufluss, so strömt der Dampf in diejenige Kammer, an deren oberen Mündung die vorgedachte Zunge (zufolge ihres eigenen Gewichtes) nicht anliegt. Der frische Dampf, welcher nun in die Kammer A eintreten mag, drückt auf das darin befindliche Wasser und treibt dies durch das (Druck-)Ventil C in das Druckrohr H. Ist das Ausdrücken des Wassers in der Kammer A vollendet, so tritt der Dampf unter die Kammerkante K (Fig. 361) und entweicht in die Druckkammer F_1. Hierdurch wird in der Pumpenkammer eine derartige Druckverminderung hervorgerufen, dass eine Injection, von J aus, zur Geltung gelangt. Es ist nämlich jetzt die Pressung in der Druckkammer, aus welcher die Injection ihr Wasser bezieht, grösser als der Druck in der Pumpenkammer, demzufolge das Ueberspritzen das Wassers aus der Druckkammer in die Pumpenkammer durch die Brause J stattfindet. Hierdurch wird aber eine weitere Druckverminderung in der Pumpenkammer hervorgebracht und dadurch die Umsteuerung der Zunge c veranlasst. Bemerkt muss hierbei werden, dass in der zeither von der Zunge verschlossenen Kammer mindestens ein Druck gleich dem der äusseren Atmosphäre, eventuell der darauf ruhenden Wassersäule des im Druckrohre befindlichen Wassers statthat.

In der nunmehr geschlossenen ersten Kammer findet fortgesetzt das Einspritzen frischen Wassers statt, wodurch die Bildung eines Vacuums beschleunigt und die Wiederfüllung dieser Kammer mit zu förderndem Wasser bewirkt wird.

1) Das jüngste der deutschen beachtenswerthen Patente, deren Beschreibungen und Abbildungen dem Verfasser vorliegen, ist das von Koch, Bantelmann & Paasch, Nr. 32518 und Nr. 33106, wobei (im Prospecte dieser Fabrikanten in Buckau-Magdeburg) hervorgehoben wird, dass diese Pulsometer pro Maschinenpferdekraft und Stunde nur 50 Kilogramm Dampf bedürfen und zu Förderhöhen bis 100 Meter brauchbar sind

Die gegenüberliegende Kammer *B* hat sich während dieser Zeit entleert und tritt auch hier die Condensation des Dampfes, demnach die Druckverminderung, ein, so dass der Druck in der wieder gefüllten Kammer *A* die Steuerzunge *c* wieder in die erste Stellung zurückwirft und dasselbe Spiel sich wiederholt.

Am Anfange unserer Erörterungen nahmen wir den ganzen Apparat als mit Wasser gefüllt an. In den meisten Fällen der Praxis kann man aber durch folgende einfache Manipulation den Apparat in Betrieb setzen.

Fig. 362.

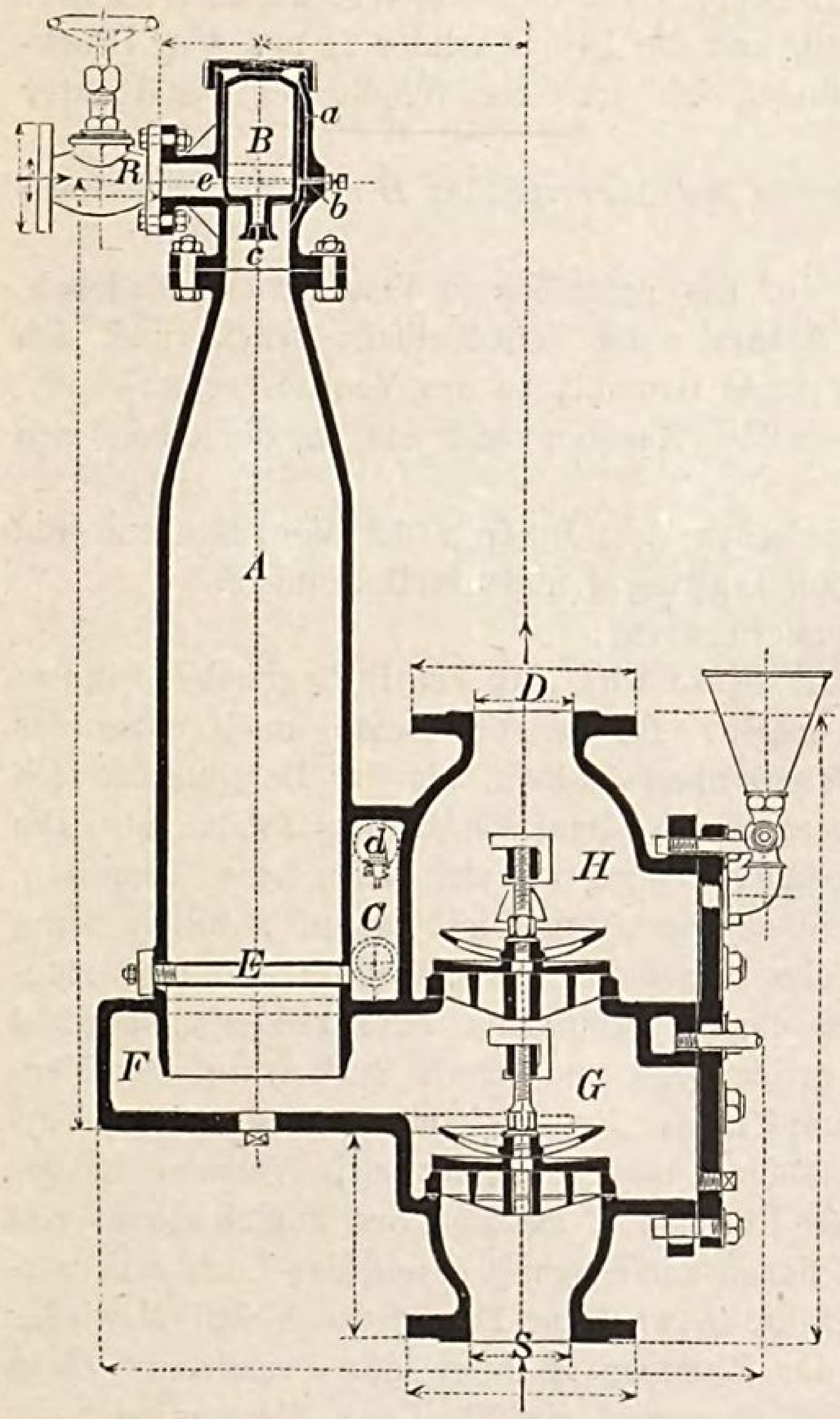
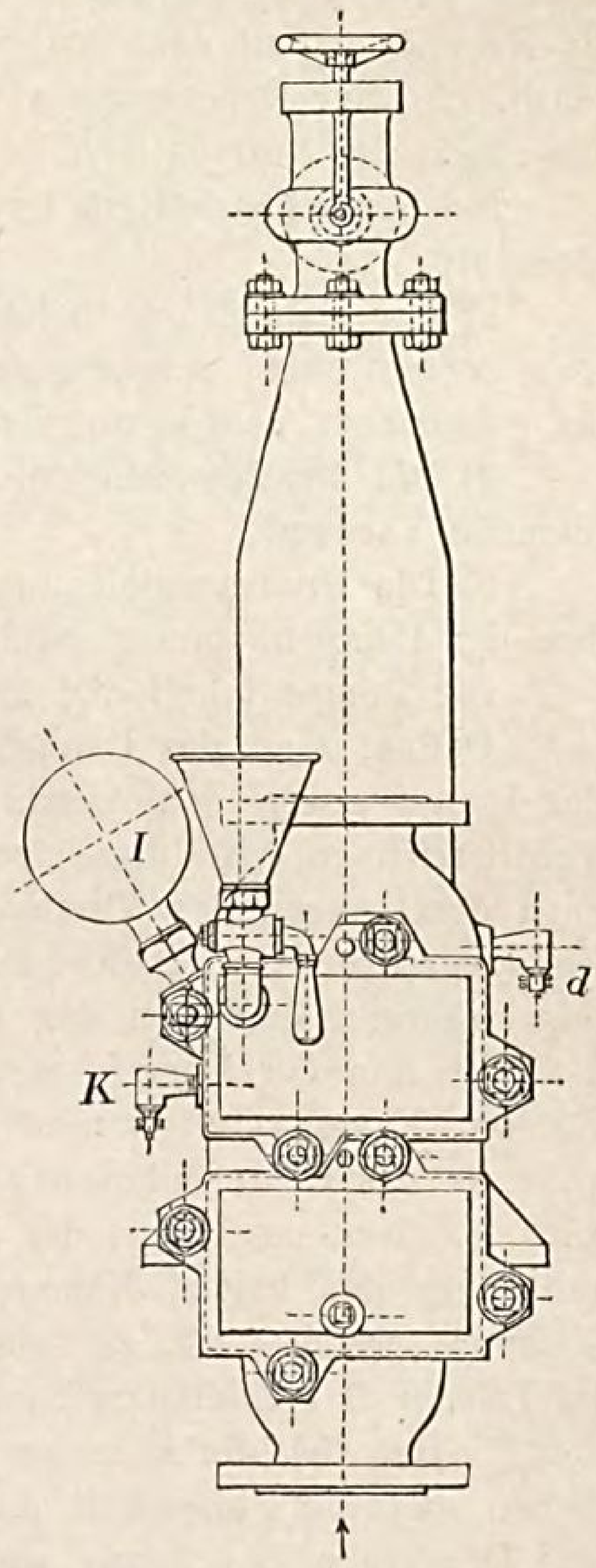


Fig. 363.



Oeffnet man das Dampfventil *R*, so condensirt sich der in der Kammer befindliche Dampf durch Vermittelung der relativ kalten Kammerwandung und es entsteht ein Vacuum in der Kammer. Dieses Vacuum saugt die zu fördernde Flüssigkeit durch das Saugrohr *S* in die Kammer hinein. Zu gleicher Zeit bewirkt dies Vacuum aber auch, dass der atmosphärische Druck in der anderen Pumpenkammer die Zunge *c* zur Eingangsöffnung der ersten Kammer hinüberwirft, wodurch diese für die Dampfzuführung geschlossen, jene (zweite Kammer) aber geöffnet wird. Oeffnet man jetzt wieder das Dampfventil *R*, so tritt Dampf in die zweite Kammer und es wiederholt sich derselbe Vorgang

wie in der ersteren Kammer. Schliesst man das Ventil *R*, so füllt sich auch diese (zweite) Kammer mit der Flüssigkeit und die Zunge *c* wird nun wieder zur Eingangsöffnung der ersten Kammer hinübergeworfen. Oeffnet man dann das Dampfventil abermals, so tritt das in der Kammer befindliche Wasser durch das Druckventil und die Druckkammer in das Druckrohr *H*, worauf das selbstthätige Arbeiten des Pulsometers beginnt, das Dampfventil *R* offen bleiben kann etc. etc.

Die Einkammerpumpe, Aquapult (Fig. 361 und 362), hat folgende Theile. Die Pumpenkammer *A* mit dem selbstthätigen Dampfventile *B* als Kopf; dem Injectionsrohre *E*, welches in Verbindung steht mit dem Windkessel *C*; ferner die Kammer *G* mit dem Saugventil, und die Druckkammer *H* mit dem Druckventil. An der Druckkammer befindet sich noch der Windkessel *I* und unter demselben das Luftventil *K*.

Bei der selbstthätigen Bewegung des Steuerventiles *B* sind die wirksamen Momente:

1) Der Dampf, der hebend auf das geschlossene Ventil wirkt, dadurch, dass er auf einen ringförmigen Ansatz *e* des Ventilkolbens drückt und sich bei gehobenem Ventile unter die ganze Grundfläche des Ventiles setzt.

2) Die Druckverminderung in der Kammer und das in derselben sich bildende Vacuum.

3) Die Druckausgleichung zwischen dem Inneren des Ventilkolbens und dem der Pumpenkammer durch den Umgang *a* und die Bohrung *c*.

Die Pumpe functionirt folgendermaassen:

Oeffnet man das Dampfventil *R*, so wird das Ventil *B* gehoben, indem der Dampf gegen den Ansatz *e* drückt. Da nun der Dampf auch unter das Ventil tritt, so wird dieses so lange oben bleiben, bis der Dampfdruck sich auch dem Innern des Ventilkolbens durch das Loch *c* mitgetheilt hat. Die Zeitdauer aber, in der diese Druckausgleichung vor sich geht, ist so bemessen, dass während derselben der Pumpenraum *A* sich mit Dampf anfüllen kann. Es tritt nun der Dampf, wie beim Pulsometer, wieder unter die hier ringförmige Kammerkante, und die damit verbundene Druckreduction bewirkt vollends das Niederfallen des Ventilkolbens und damit Schliessung des Ventiles *B*. Nun condensirt der Dampf in der Pumpenkammer wieder durch Vermittelung der kalten Kammerwandung und es bildet sich Vacuum in der Kammer, welches die zu hebende Flüssigkeit ansaugt und zugleich auch den im Ventile *B* befindlichen Dampf durch den Umgang *a* und das Loch *c* heraussaugt. Hat sich die Kammer gefüllt, so wird der Dampf das Ventil *B* wieder heben und die Flüssigkeit aus der Kammer *A* durch das Druckventil *H* in das Druckrohr *D* drücken, zugleich aber wird ein Theil des Wassers oder der sonstigen Flüssigkeit durch das Injectionsrohr *E* in den Windkessel *C* gedrückt, um während der nächsten Saugeperiode als Injectionswasser zu wirken. Ist der Vorgang so weit gediehen, so findet die Umsteuerung durch Vermittelung der Injection weit präciser statt als vordem, und damit beginnt auch ein gleichmässiges, selbstthätiges Fortarbeiten der Pumpe.

Die Geschwindigkeit, mit der der Dampf aus dem Innern des Ventiles *B* in den Pumpenraum abgesogen wird, lässt sich durch die Schraube *b* reguliren. Der Windkessel *C* erhält etwas Luft durch das Luftventil *d*, und das Luftventil *K* dient dazu, den Windkessel *I* mit Luft zu versorgen. Dieser Wind-

kessel I hat nur den Zweck, die im Druckrohr D durch die Bewegung der Wassersäule sich bildenden Stösse aufzufangen und abzuschwächen.

Wesentlich ist bei der Function der Aquapulte, dass jedesmal eine in sich abgeschlossene Periode, und zwar entweder die Saug- oder die Druckperiode stattfinden muss, während es beim Pulsometer vorkommen kann, dass die Kammer noch nicht ganz gefüllt ist, wenn bereits auf der anderen Seite die Druckverminderung so stark ist, dass ein Umsteuern der Zunge stattfindet. Es liegt also die Möglichkeit vor, dass unvollständige Perioden eintreten, die den Effect natürlich schädigen, was beim Aquapult vermieden ist.

Was den Effect der Pulsometer, beziehungsweise der Aquapulte anlangt, sollen diese beide, nach Angabe der Herren Körtings, nahezu gleich sein hinsichtlich des Dampfverbrauchs. Ferner geben diese Herren an, dass der Dampfverbrauch günstiger (kleiner) wird, wenn die Hubhöhe steigt; der Effect würde daher ungünstiger bei Förderhöhen von 8 Meter abwärts.

Ebenso soll die Erwärmung des geförderten Wassers bei Förderhöhen von 1 bis 10 Meter nahezu constant bleiben, höchstens 2 Grad C. betragen. Bei Förderhöhen über 10 Meter soll die Erwärmung pro Meter um ca. 0,15 Grad C. zunehmen etc.[1]).

In Bezug auf die wichtige Frage, ob und wie weit Pulsometer den Dampfpumpen vorzuziehen sind, weichen die Ansichten und Versuchsresultate bedeutend von einander ab.

Als von besonderem Werthe dürften die Versuche sein, welche Professor Herrmann in Schemnitz zur Aufstellung einer „Theorie des Hall'schen Pulsators" (Pulsometer) benützte[2]) und die, in Betreff des Dampfver-

1) Mein verehrter College Herr Professor Riehn an der Hannoverschen technischen Hochschule, hat im Jahrgange 1877, S. 382—384 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, eine höchst einfache Näherungsformel aufgestellt, nach welcher, sobald es sich um die Bestimmung des ökonomischen Effectes des Pulsometers handelt, jeder Besitzer eines solchen Apparates mit grösster Leichtigkeit untersuchen kann, ob derselbe ein Dampffresser ist oder nicht. Diese Formel ist:

$$W = 430 \frac{t}{h}.$$

Hierin bezeichnet W das Gewicht (in Kilogr.) des pro Stunde und Maschinenpferdekraft gebrauchten Dampfes (welcher ermittelt werden soll), t die Temperaturzunahme des geförderten Wassers in Celsiusgraden und h die Förderhöhe in Metern. Ist daher (beispielsweise) $W = 45$ Kilogr. und $h = 10$ Meter, so ergiebt sich:

$$t = \frac{W.h}{430} = \frac{45 . 10}{430} = 1{,}046,$$

welcher Temperaturwerth gut mit den Körting'schen Angaben übereinstimmt.

Bessere Uebereinstimmungen lassen diejenigen Werthe erkennen, welche Riehn aus Schaltenbrand'schen Versuchsresultaten berechnet. (Nach einem Vortrage Schaltenbrand's, welcher sich in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1877, S. 113—130 abgedruckt vorfindet.)

2) Nach Wissen des Verfassers ist bis jetzt (Anfang des Jahres 1886) die Herrmann'sche Arbeit die einzige, worin die Theorie des Pulsometers mit Hülfe der mechanischen Wärmetheorie behandelt wird.

brauchs, sehr ungünstige Resultate für den Pulsometer lieferten. Bemerkt wird freilich am Schlusse der interessanten Abhandlung, dass diese Resultate die Möglichkeit nicht gänzlich ausschlössen, dass die Anwendung eines Pulsometers hie und da vortheilhafter sein kann, als jene der Dampfpumpe.

Völlig das Gegentheil liefern Resultate, welche bei der Verwendung der Pulsometer in Eisenbahn-Wasserstationen erhalten wurden und worüber seiner Zeit der Obermaschinenmeister Kahl in Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen (Januar 1883, S. 3) Bericht erstattete. Hierbei wird geschlossen, „dass wenn selbst der Pulsometer etwas mehr Dampf verbrauchte als die Dampfpumpe, dem ersteren doch, wegen der Ersparniss an Schmiere und Putzmaterial, sowie wegen seiner einfachen Bedienung und billigeren Unterhaltung, der Vorzug vor der Dampfpumpe eingeräumt werden könnte[1]).

Ebenfalls zu günstigen Resultaten für die Wirksamkeit der Pulsometer führten vergleichende Versuche mit Dampfpumpen, welche der Ingenieur Rodler bei der Carl-Ludwigsbahn in Lemberg anstellte und worüber ausführlich in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1884, S. 139, berichtet wird.

Dem Rodler'schen Endresultate traten (noch in demselben Jahre, a. a. O. S. 212) die beiden Ingenieure Hülsenberg (zu Freiberg in Sachsen) und Ehrhardt (Schleifmühle bei Saarbrücken) mit nicht ungewichtigen Gründen entgegen, welche letztere sich besonders auf die Behauptung stützten, dass man schlecht construirte, im schadhaften Zustande befindliche Dampfpumpen den Pulsometern gegenübergestellt hätte!

Noch im October 1885 theilte der Vorsitzende des Siegener Bezirksvereins deutscher Ingenieure, Herr Miske (Zeitschr. d. V. d. Ingenieure, 1886, S. 16), folgende Beobachtungsergebnisse mit, die bei den Wasserhaltungsmaschinen einer Grube gewonnen wurden. Diese ergaben (hauptsächlich), dass sich der Steinkohlenverbrauch zwischen den drei Maschinensystemen, eincylindrige Dampfmaschine, Woolf'sche (Compound) Dampfmaschine und Pulsometer, in folgendem Verhältniss zeigte:

$$10 : 4 : 20.$$

Zugegeben wurde dabei von anderer Seite, dass zwar die Pulsometer für andauernde Betriebe, namentlich für grössere Wassermengen, bezüglich des Dampfverbrauchs nicht zweckmässig seien, indess käme es hierauf nicht immer an, vielmehr gäbe es vielerlei Fälle, wo es in erster Reihe auf Handlichkeit, Bequemlichkeit ankäme, wo der Pulsometer jedenfalls dennoch den Vorzug verdiente.

Letzterem Urtheile fügt der Verfasser der Allgemeinen Maschinenlehre noch das bei, womit der Autor eines werthvollen Artikels, unter der Ueberschrift: „Der Hall'sche Pulsometer und seine Anwendung“,

1) Zu dem ungünstigen Rufe, in welchen man die Leistungen des Pulsometers zu bringen bemüht war, rechnet Herr Kahl auch folgendes Verschen:

„Man nennt mich Pulsometer, —
Warum? Das weiss nicht Jeder.
Den Dampf in Löffeln fress' ich,
Der Nutzeffect ist Essig!

im Jahrgange 1879 der Oesterreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, S. 475—515, seine Arbeit schliesst, welches also lautet:

„Insbesondere bietet der Pulsometer Vortheile gegenüber gewöhnlichen Wasserpumpen, wo es sich um provisorische Anlagen zu vorübergehenden Zwecken und um die rasche Aufstellung des Wasserhebeapparates in engem Raume handelt und wo nicht sehr grosse Druckhöhen zu überwinden sind. Die Billigkeit der Beschaffung, die Compendiosität des Apparates, die Bequemlichkeit der Aufstellung, namentlich wegen Fehlens jeder Krafttransmission und die Entbehrung einer besonderen Fundirung, ermöglichen auch dort die Anwendung eines Pulsometers, wo die Aufstellung von gewöhnlichen Dampfpumpen schwierig oder unmöglich ist, wie z. B. in engen Abteufen, Gesenken etc. etc."

Es erübrigt jetzt noch, eines dem Gustav Hambruch in Berlin 1877 patentirten (deutsche Patentschrift Nr. 1045 und Nr. 3117) und von der Berliner Maschinenfabrik und Eisengiesserei (vorm. Tietsch & Co.) zu beziehenden durch Dampf betriebenen Wasserhebewerkes zu gedenken, dem man den Namen „Syphonoid" gegeben hat.

Hierbei kommt der Dampf nicht direct mit dem kalten zu hebenden Wasser in Berührung, so dass die Abkühlung des einströmenden Dampfes geringer als beim Pulsometer ist und auch keine atmosphärische Luft für die Verlängerung der Saugperiode zugeführt zu werden braucht.

Dieser Apparat besteht hauptsächlich aus einem (zweischenkligen) aufrechtstehenden heberförmigen Rohre, dessen rechter Schenkel länger als der linke ist. Im oberen erweiterten Theile des Rohres rechts befindet sich ein Condensator, der durch eine sich nach unten öffnende Klappe mit dem unteren Theile desselben Schenkels in Verbindung steht. Der linke, kurze Schenkel ist durch einen Deckel verschlossen, auf dem sich ein Steuerhahn befindet, welcher durch ein dünnes Rohr einerseits mit dem Condensator, und andererseits durch ein ferneres, ebenfalls dünnes Rohr mit dem Dampfkessel in Verbindung steht. Im höchsten Theile des linken, kurzen Schenkels des Hebers, unter dem Steuerhahne, ist ein hölzerner Schwimmer angebracht, der sich der Rohrwand möglichst anschliesst und welcher von der im kurzen Rohre befindlichen Flüssigkeit getragen wird. Dieser Schwimmer wirkt auf die Stellung des Steuerhahnes und zwar in der Art, dass er, gegen den Deckel des kurzen Schenkels gehoben, die Verbindung mit dem Dampfkessel herstellt; dagegen wenn der Schwimmer niedergedrückt wird, der im kurzen Schenkel befindliche Dampf nach dem Condensator strömt. Die Condensation erzeugt im kurzen Schenkel eine Luftleere, zufolge welcher die Wassersäule im längeren Schenkel und dadurch das zu fördernde Wasser in einem Saugrohre aufsteigt, welches in den längeren Rohrschenkel (unterhalb des darin angebrachten Condensators) mündet. Das frisch eingetretene Wasser dringt hierauf in den kurzen Rohrschenkel und hebt den darin befindlichen Schwimmer wieder so hoch, bis der Steuerhahn abermals geöffnet wird und frischer Dampf vom Kessel aus eintreten kann. Leider ist der Raumbedarf des Syphonoids grösser als beim Pulsometer. Versuchsresultate sind dem Verfasser nicht bekannt, daher er sich auf die vorstehenden Mittheilungen beschränken muss.

Wir schliessen hiermit die Abhandlung über Wasserförderungsmaschinen im Allgemeinen unter Zufügung folgender Bemerkungen:

Zunächst werde auf die vorzüglichsten Specialwerke und periodischen Schriften aufmerksam gemacht, worin sich besonders gute Zeichnungen (möglichst zur Ausführung geeignet) von Wasserfördermaschinen für allgemeine Zwecke vorfinden. Es sind dies, der chronologischen Zeitfolge nach, nachstehende:

Rothe, Beiträge zur Maschinenbaukunde (1830).

Le Blanc, Recueil des Machines etc. (1830—1858).

Armengaud ainé: Publ. industr. (1840—1885).

Institution of mechanical engineers. Proceedings (1847—1885).

Sammlung von Zeichnungen für die Hütte (1854—1885).

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure (1857—1885).

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen des preussischen Staates (1853—1885).

Die englischen Zeitschriften Engineering und Engineer.

Wiebe, Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer (1858 bis 1884).

Kley, „Die einfach und direkt wirkenden Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen." Mit in den Text gedruckten Holzschnitten und mit 12 grossen lith. (nach Maassstab gezeichneten) Tafeln. Stuttgart 1865. Ein nach Theorie und Praxis gleich ausgezeichnetes Werk.

König, „Die Pumpen." Jena 1869 (mit 106 Illustrationen in Holzschnitt). Die Abbildungen ohne Maassstab.

Jeep, Der Bau der Pumpen und Spritzen. Mit 157 Holzschnitten nebst einem Atlas von 38 colorirten Tafeln. Leipzig 1871. Ein nicht unbrauchbares Werk.

Hörmann, „Die neuen Wasserhaltungsmaschinen" (drei verschiedene grössere Maschinenwerke ausführlich beschrieben und abgebildet). Mit 20 Tafeln, Doppelfolio. Berlin 1874. Sehr empfehlenswerth.

Riedler, „Indicatorversuche an Pumpen und Wasserhaltungs-Maschinen." Mit 21 grossen Tafeln. München 1881. Eine höchst empfehlenswerthe Arbeit.

Sodann können zur „Theorie der Wasserfördermaschinen" besonders folgende Schriften empfohlen werden:

Leonhard Euler, „Discussion et maximes pour arranger le plus avantageusement les machines destinées à élever de l'eau par le moyen des pompes." Mém. de l'acad. de Berlin, 1752, pag. 149 und 185.

Borda, „Mémoire sur les Pompes." Mémoires de l'académie Royale des Sciences. Année 1768. Paris 1770, pag. 418.

D. Baader, Vollständige Theorie der Saug- und Hebe-Pumpen und Grundsätze zu ihrer vortheilhaften Anordnung. Bayreuth 1797.

Eytelwein, Handbuch der Mechanik fester Körper und der Hydraulik. Leipzig 1800 (erste Auflage) und 1842 (dritte Auflage).

Gerstner, „Handbuch der Mechanik." Prag. Bd. 2, 1832, §. 90 (Statische Theorie der Pumpen etc.) und Bd. 3, 1834, §. 204 ff. (Dynamische Theorie der Pumpen und anderer Wasserförderungsmaschinen).

Navier, Resumé des leçons etc. Troisième Partie. Paris 1838, §. 182 bis 236.

Weisbach[1]), Ingenieur-Mechanik. Dritter Theil. Zweite Abthl. Viertes Capitel. S. 782 bis 1049. (Zweite Aufl. 1880.)

Morin, „Des machines et appareils destinés à l'élevation des eaux." Paris 1863.

Fink, „Abhandlungen über Kolben- und Centrifugalpumpen." Separatabdruck aus der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. VII. (1863) und Bd. XII. (1868).

Redtenbacher[2]), „Resultate für den Maschinenbau." Sechste, von Grashof bearbeitete Ausgabe. Heidelberg 1875. Hier ist der von Redtenbacher etwas kurz behandelte Abschnitt „Pumpen", Seite 391 ff. (von Grashof), mit werthvollen Anmerkungen versehen.

1) Die mechanische Arbeit = $\mathfrak{A}$, welche zur Verrichtung des Kolbenspieles (Auf- und Niedergang) einer Pumpe erforderlich ist, entwickelt Weisbach a. a. O. S. 887 zu:

$$\text{I.}\quad \mathfrak{A} = \left[\left(1 + 4\, f \frac{e}{d}\right) h + k_1 \frac{v_1^2}{2\,g} + k_2 \frac{v_2^2}{2\,g}\right] F\,.\,s\,.\,\gamma,$$

wenn F den Kolbenquerschnitt und s dessen Hub, sowie γ das Gewicht der Cubikeinheit Flüssigkeit (Wasser) bezeichnet, ferner v_1 die Geschwindigkeit des Kolbens beim Aufgange und v_2 die Geschwindigkeit des Kolbens beim Niedergange darstellt, k_1, k_2 die sogenannten hydraulischen Widerstandscoefficienten sind, h die Förderhöhe ist, d der Kolbendurchmesser, e die Liderungshöhe und f der Kolbenreibungscoefficient. Dass g die Acceleration der Schwerkraft, also für Metermaass (im Mittel) = 9,81 Meter ist, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Aus I. ergiebt sich, wenn man das durchschnittlich pro Secunde gehobene Wasserquantum mit Q bezeichnet, die Arbeitsleistung in Pferdekräften = N, welche eine Betriebsmaschine pro Secunde entwickeln muss, zu:

$$75\,.\,N = \left[\left(1 + 4\, f \frac{e}{d}\right) h + k_1 \frac{v_1^2}{2\,g} + k_2 \frac{v_2^2}{2\,g}\right] Q\,.\,\gamma.$$

Die wirklich gehobene Wassermenge = Q ist kleiner als die berechnete $Q = \frac{n F s}{60}$ (n = Spielzahl pro Minute) und zwar lässt sich setzen:

$$Q_1 = \mu\, Q,$$

wo μ zwischen 0,9 und 0,7 variiren kann.

Für das Güteverhältniss (den Wirkungsgrad) = $\mathfrak{g}$ der Pumpe erhält man sonach:

$$\mathfrak{g} = \frac{\gamma\, Q_1\, h}{75\,.\,N}.$$

2) Redtenbacher (a. a. O. S. 397) setzt (kürzer) für Metermaass und Wasser, wo also $\gamma = 1000$:

$$75\ N = \left(1 + \frac{1}{10}\right) \gamma\, Q\, (h + z) \text{ für sehr vollkommene Pumpwerke.}$$

$$75\ N = \left(1 + \frac{2}{10}\right) \gamma\, Q\, (h + z) \text{ für sehr gute Pumpwerke.}$$

$$75\ N = \left(1 + \frac{2{,}5}{10}\right) \gamma\, Q\, (h + z) \text{ für gewöhnliche Pumpwerke,}$$

Wasserwerke für besondere Zwecke.

I. Pumpwerke zur Wasserversorgung der Städte und für gewerbliche Zwecke, einschliesslich der Feuerspritzen[1]).

§. 18.

Obwohl es Thatsache ist, dass mehreren europäischen Städten vom 16. Jahrhunderte an durch Pumpwerke, sogenannte Wasser-

z bezeichnet überall die Höhe der Wassersäule, welche dem Reibungswiderstand des Wassers an den Röhrenwänden entspricht. Dabei ist z aus der Gleichung:

$$z = \frac{4L}{d}(0{,}00001733 \,.\, u + 0{,}0003483 \,.\, u^2)$$

berechnet. L bezeichnet die Totallänge der Röhren, welche das Wasser durchläuft, und u die Geschwindigkeit des Wassers in denselben.

1) Literatur: Wicksteed (Engineer to the East London Water Works): An experimental inquiry concerning the Cornish and Boulton and Watt Pumping Engines. London 1841.

Armengaud ainé Machines à élever les eaux du Choisy le Roi. Publication industriel des machines. Tome III. 1843, Pl. 39, pag. 108.

Fölsch, „Die Stadt-Wasserkunst in Hamburg.“ Hamburg 1851.

Wasserwerke der Stadt Birmingham. Förster's Bauzeitung, Jahrg. 1854, Heft X—XII. Hieraus in der Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins. Jahrg. 1855, S. 388.

„The Wolverhampton Water Works.“ Artisan 1856, pag. 148, 155, 176.

Farcot, „Machine à élever les eaux de la ville d'Angers im Journale „Le génie industriel“, T. XIV. (1857), pag. 110, Pl. 194.

Kirchweger-Rühlmann, „Die Wasserkunst der Residenzstadt Hannover.“ Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1858, S. 275.

Berliner Wasserwerke, Sammlung von Zeichnungen für die Hütte, Jahrg. 1859, S. 1—8.

„The Newcastle Pumping-Engine.“ Inst. of mechanical engineers. Proceedings 1859, pag. 55 etc.

Die „Yarmouth-Wasserwerke“. Bornemann's Civil-Ingenieur. Bd. V. (1859), S. 32.

„Machines à élever les eaux de ponts d'Ivry et de Saint-Ouen.“ (Pariser Wasserkünste.) Armengaud ainé: Publ. industr. Tome XII. (1860), Pl. 13, pag. 133.

Wiebe, Magdeburger Stadt-Wasserkunst. Heft XIV. (1861). Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer.

Kümmel, Die Wasserkunst in Altona-Hamburg. 1861.

Fölsch und Hornbostel, Wiens Wasserversorgung. Wien 1862.

Greaves, „East London Water Works.“ Inst. of mechanical engineers. Proceedings 1862, pag. 147.

Thomson, „Lambeth Water Works“ erected by Messrs. Simpson. Ebendaselbst pag. 259.

Girard, Élevation d'eau de Saint-Maur. Paris 1863.

künste, für öffentliche, allgemeine Zwecke Wasser verschafft wurde [1]), so datirt doch die Zeit der besseren und reichlichen Wasserversorgung erst aus den 30er Jahren dieses Jahrhunderts [2]).

Treuding, Ueber die Wasserversorgung grosser Städte. Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XII. (1866).

Colborn and W. Maw, The waterworks of London. London 1867.

The Brooklyn waterworks and sewers. A description memoir, proposed and printed by order of the Board of Water Commissionners. New-York 1867.

Véran, Wasserwerk der Stadt Arles. Gazette des architects et du bâtiment. 3. Jahrgang, 1865. Auszugsweise in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XIV. (1868), S. 102 ff.

„Maschine zur Wasserversorgung der Stadt Limoux." Oppermann, Portefeuille économique des machines. October 1868.

Clauss, Das (1864 vollendete) Wasserwerk der Stadt Braunschweig. Hannover 1869. Auch in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins. Bd. XV. (1869), S. 25.

Bürkli-Ziegler, „Die (älteren) Züricher Wasserwerke. Schweizerische Polytechnische Zeitschrift, Bd. 15 (1870), S. 105. Die neuen Werke „Das Pumpwerk in Letten bei Zürich. Hannoversches Gewerbeblatt vom 20. März 1884, S. 97—104.

Salbach, Das (1868 erbaute) Wasserwerk der Stadt Halle. Halle 1871.

Geneva Water Works. Engineering 1872 (October), pag. 238.

Salbach, Die Dresdener Wasserwerke. Halle 1874.

Humber, A comprehensive treatise on the water supply of cities and town's. (With 50 double plates.) London 1876. In diesem Werke wird besondere Aufmerksamkeit den Wasserleitungsröhren, Hähnen, Schiebern etc. etc. gewidmet und speciell über die Wasserwerke von Sunderland und Canterbury berichtet.

E. Grahn (jetzt Civilingenieur in Coblenz), „Die Art der Wasserversorgung der Städte des Deutschen Reiches mit mehr als 5000 Einwohnern." Vorzugsweise statistische Erhebungen, jedoch auch mit werthvollen Notizen über Pumpwerke. Leipzig 1883.

Bevan, „The London Water Supply, its past, present and future." London 1884.

1) Es hatten sogenannte Wasserkünste Hamburg 1531, Hannover 1535, Augsburg 1548, London 1582 (diese Wasserkunst wurde von einem Deutschen Namens Peter Maurice erbaut), Bremen 1600 (?), Paris (Pont Neuf) während der Regierung Heinrichs IV. (1589—1616), wahrscheinlich 1606, Magdeburg vor der Zerstörung 1631 etc.

Ausführlich über einige dieser und über noch andere ältere Wasserwerke handelt Ewbank a. a. O. S. 293, Chap. VI. unter der bemerkenswerthen Ueberschrift: „Application of pumps in modern water works: First used by the Germans."

2) Im Jahre 1828 sah es mit der Wasserversorgung Londons noch ebenso schlecht aus, wie noch gegenwärtig in manchen Städten Deutschlands. In einem Bericht über die schlechte Wasserversorgung Londons (datirt vom Juli 1828, der in Dingler's Polytechn. Journale, Bd. 29, Jahrgang 1828, S. 191 abgedruckt ist), wird namentlich der Mangel an reinem und an trinkbarem Wasser

London war es, wo man zuerst durchgreifende Reinigungsprocesse mit dem Wasser vornahm, colossale Dampfmaschinen zur Anwendung brachte, durch gewissenhafte Versuche die Vorzüge der einfachwirkenden Cornwall-Hochdruckdampfmaschinen vor den einfachwirkenden Watt'schen Niederdruck-Maschinen nachwies[1]) und später noch grössere Vervollkommnungen und Vortheile durch Einführung der rotirenden, doppeltwirkenden Maschinen des Woolf'schen Systemes zu erreichen verstand[2]).

recht hervorgehoben. Der deutsche Uebersetzer fügt folgenden Schluss bei: „Die Clerks werden, so lang auch ihre Ohren sind, die Stimme der Menschheit nicht hören, bis vielleicht die Pest über London kommt!"

1) Aus Wicksteed's (Ingenieur der East London Water Works) im Jahre 1840 angestellten sorgfältigen Versuchen (a. a. O. pag. 19) ging (als Mittelwerth) hervor, dass die Leistung der (mit grosser Expansion arbeitenden) Cornwall-Maschinen jene der Watt'schen (mit geringer Expansion arbeitenden) Maschinen um das $2^1/_4$fache übertraf, indem erstere beim Verbrennen von einem Centner (112 Pfd.) geringer Newcastler Steinkohlen 97 146 268 Pfund Wasser auf 1 Fuss hoch hoben, oder mit 1 Centner der besten Wales-Steinkohlen 108 198 102 Pfund Wasser auf ebenfalls 1 Fuss Höhe, während letztere (die Watt'schen Maschinen) mit Newcastler Kohlen nur 42 847 598 Pfund Wasser und mit Wales-Steinkohlen 47 718 084 Pfund auf einen Fuss Höhe schafften.

Hiernach berechnet sich beim Verbrennen von Wales-Kohlen die Leistung pro Pfund des Brennmateriales zu:

$$\frac{108\,198\,102}{112} = 966\,054 \text{ Fuss-Pfund}$$

bei den Cornwall-Maschinen und zu

$$\frac{47\,718\,084}{112} = 426\,054 \text{ Fuss-Pfund}$$

bei den Watt'schen Maschinen.

Da ferner die stündliche Leistung einer Maschinen-Pferdekraft:

$$550 \,.\, 60 \,.\, 60 = 1\,980\,000 \text{ Fuss-Pfund}$$

beträgt, so erhält man den Steinkohlenverbrauch pro Stunde und pro Pferdekraft zu:

$$\frac{1\,980\,000}{966\,054} = 2{,}04 \text{ Pfund}$$

bei den Cornwall-Hochdruck-Dampfmaschinen und zu

$$\frac{1\,980\,000}{426\,054} = 4{,}64 \text{ Pfund}$$

bei den Watt'schen Niederdruck-Dampfmaschinen. (Andere Angaben folgen später.)

2) Nachstehendes Verzeichniss giebt über Ausdehnung, Maschinen etc. der acht Wasserwerksgesellschaften Londons Auskunft, welches einer grösseren Arbeit des Herrn Civilingenieurs E. Grahn in Coblenz entlehnt ist, die sich im 19. Bande (Jahrgang 1879) des Journals für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung von Schilling und Bunte abgedruckt vorfindet.

Die ersten Dampfmaschinen der neuen Periode der Londoner Wasserwerke waren einfachwirkende Cornwall-Dampfmaschinen mit eigenthümlicher Kataraktsteuerung (S. 596, Fig. 426 erste

	Name des Werkes und der Station.	Zahl und Gattung der Dampfmaschinen.	Grösse der Maschinen-Pferdekraft (wahrscheinlich nominell).	Täglich geförderte Wassermenge in Cubikmetern.	Förderhöhe in Metern.	Bemerkungen (Wasserentnahme).
I.	Chelsea zu Thames-Ditton	8 Balanc.-M.	1025	33032	53 (grösste)	Das Wasser wird themseaufwärts bei Ditton entnommen.
II.	Lambeth, zu Thames-Ditton	15 Balanc.-M.	1360	61725	116 (grösste)	Ebenfalls Themsewasser stromaufwärts bei Molesey.
III.	Southwark u. Vauxhall zu Hampton „ „ zu Battersea „ „ zu Hampton (neu)	11 Balanc.-M.	2000	88576	46—73	Desgleichen bei Hampton.
IV.	Grand Junction zu Hampton „ „ „ Kew „ „ „ Camden Hill . .	11 Balanc.-M.	1820	53706	30—55	Ebenfalls bei Hampton.
V.	West Middlesex zu Hampton „ „ „ Hammersmith .	10 Balanc.-M.	1206	43570	46—60	Desgleichen.
VI.	New River zu Green Lanes	20 Balanc.-M.	1780	120855	80 (grösste)	Leafluss und Quellen (themseabwärts).
VII.	East London zu Lea Bridge „ „ „ Old Ford . . .	18 Balanc.-M.	2475	102932	43—120	Leafluss.
VIII.	Kent Wasserwerk	15 Dampf-M., dar. horizontalliegende	1235	30667	96 (grösste)	Aus Brunnen in der Kreide.
	Summen	73	12901	535063		

Auflage und S. 362, Fig. 318, zweite Auflage) und mit Balancier, bei denen der Dampf nur den Niedergang des Kolbens bewirkt, während am entgegengesetzten Ende des Balanciers der mit ganz besonderem Gewichte belastete Plungerkolben aufgehangen ist. Letzterer wird durch den Dampfdruck gehoben, dann sich selbst überlassen, worauf der Plunger mit seinen Belastungsgewichten niedersinkt und dabei den Wasserdruck überwindet. Um hierbei etwaigen Stösssen der Wasserförderung mittelst der Pumpen möglichst zu begegnen, bringt man entweder Windkessel an oder stellt auf die Leitungsröhre ein sogenanntes Standrohr aus Eisenblech (von etwa 2—5 Fuss Weite), welches sich so hoch erhebt, dass das Wasser darin bis zur vollen Druckhöhe (von 100 bis 200 Fuss Höhe) ansteigen kann [1]).

Mit Ausnahme letztbemerkter Standrohranordnung stimmt die allgemeine Disposition von Dampfmaschinen und Pumpen der (älteren) East London Works zu Old Ford [2]) mit denen der Magdeburger Stadtwasserkunst (Fig. 364—366) völlig überein, worauf wir nachher ausführlich zurückkommen.

Bedeutsame Nachahmung der englischen Vorgänge in der Verbesserung deutscher städtischer Wasserversorgung fand sich zuerst in Hamburg, wo das grosse Brandunglück (5. Mai 1842) ganz besondere Lehren ertheilt hatte und die seitherige Beschaffung reinen Wassers (eimerweise Bezahlung von Wasser aus Verkaufsbrunnen) weder der Gesundheit, noch dem Wohlstande, noch endlich der Reinlichkeit ärmerer Menschenklassen förderlich gewesen war [3]).

Nach einer Angabe im Journale für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, 23. Jahrg. (1880), S. 171, wurde während des Jahres 1879 der weit über vier Millionen grossen Londoner Bevölkerung von den vorverzeichneten 8 Wassergesellschaften pro Kopf und Tag durchschnittlich 148 Liter (reines, durch Filter gegangenes) Wasser geliefert. Zu bemerken ist hierbei, dass das Kent-Wasser keiner Filtration bedarf. Die Filter der übrigen Werke bedecken eine Fläche von 3118 Ar.

1) Schöne Abbildungen der Cornwaller Dampfmaschinen und Pumpen mit Windkessel und Standrohr, wie solche (die älteren) East London-Waterworks zu Old Ford besitzen, liefert Th. Wicksteed in seinem bereits oben verzeichneten Werke.

2) Erwähnt zu werden verdient, dass von diesen ersten (Wicksteed'schen) Dampfpumpen bereits reines in Ablagerungs-Bassins (und Filter) gewonnenes Wasser der Stadt London zugeführt wurde. Man sehe hierüber auch Hagen's Wasserbaukunst. Erster Theil, §. 21: „Filtriren des Wassers."

3) A. Fölsch in seinem Buche: „Die Stadt-Wasserkunst in Ham-

Im October 1848 war das neue Werk des englischen Ingenieurs Lindley vollendet und lieferten zwei ganz gleiche Cornwall-Dampfmaschinen (ähnlich den erwähnten Londons und Magdeburgs, aus der Fabrik von Bolton, Watt & Co. zu Soho bei Birmingham) durch eine 20zöllige Hauptleitung von dem nahe gelegenen Rothenburgsort her das erste Wasser in die Stadt und zwar reines Wasser, was in grossen Ablagerungs- oder Klärbassins gewonnen war, denen man Wasser der Oberelbe in einem Speisecanale zuführte. Eine Eigenthümlichkeit bildet bei dieser Anlage die vorerwähnte Standröhre, indem diese hier doppelt ist, aus zwei nebeneinander senkrecht stehenden eisernen Röhren (einer Steig- und einer Fallröhre) besteht, die zweimal mit einander verbunden sind. Der Zweck dieser Anordnung ist ein doppelter. Erstens wird dadurch der in die Höhe gedrückte Wasserstrom vollständig unterbrochen, indem das Wasser den Scheitel der Standröhren mit freier Oberfläche durchströmt. Alles Wasser, was die Pumpen fördern, steigt also in dem einen Röhrenschenkel hinauf, strömt frei über den Scheitel und fällt in den anderen Schenkel herab. Letzterer (das Fallrohr) ist daher nichts anderes, als ein Speisebassin, worin das Wasser freilich etwas schwankt, das aber von den Stössen der Pumpen nicht mehr getroffen wird. Zweitens erreicht man durch diese Anordnung den Vortheil, dass man mit zwei verschiedenen Druckhöhen arbeiten kann, indem die eine Verbindung beider Röhren (Hochdruck) in 60,6 Meter Höhe, die andere (Niederdruck) in 31,4 Meter Höhe, von der Pumpenstation aus gerechnet, angebracht ist. Hierdurch wurde es möglich, der Höhenlage der beiden Hauptstadttheile Hamburgs, des alten (niedrig, fast an der Elbe liegend) und des neuen (in der Höhe des Alsterbassins liegend) gleichmässig zu entsprechen, die ganze Wasserförderung in zwei Zonen zu theilen.

Die gedachten beiden Hauptrohre (Steig- und Fallrohr) finden sich gemeinsam, mit dem Schornsteine der Dampfmaschine in der Mitte (ähnlich wie dies die nachher folgende Fig. 368 der Braunschweiger Wasserkunst erkennen lässt) eines Thurmes (des Druckthurmes) vereinigt, der alle drei Röhren mantelförmig umgiebt und zu dessen Scheitel (69,87 Meter über dem Nullpunkte des Elbwassers) eine gusseiserne Wendeltreppe führt. Der ganze Bau des Hamburger Werkes wurde unter Lindley's Leitung ausgeführt.

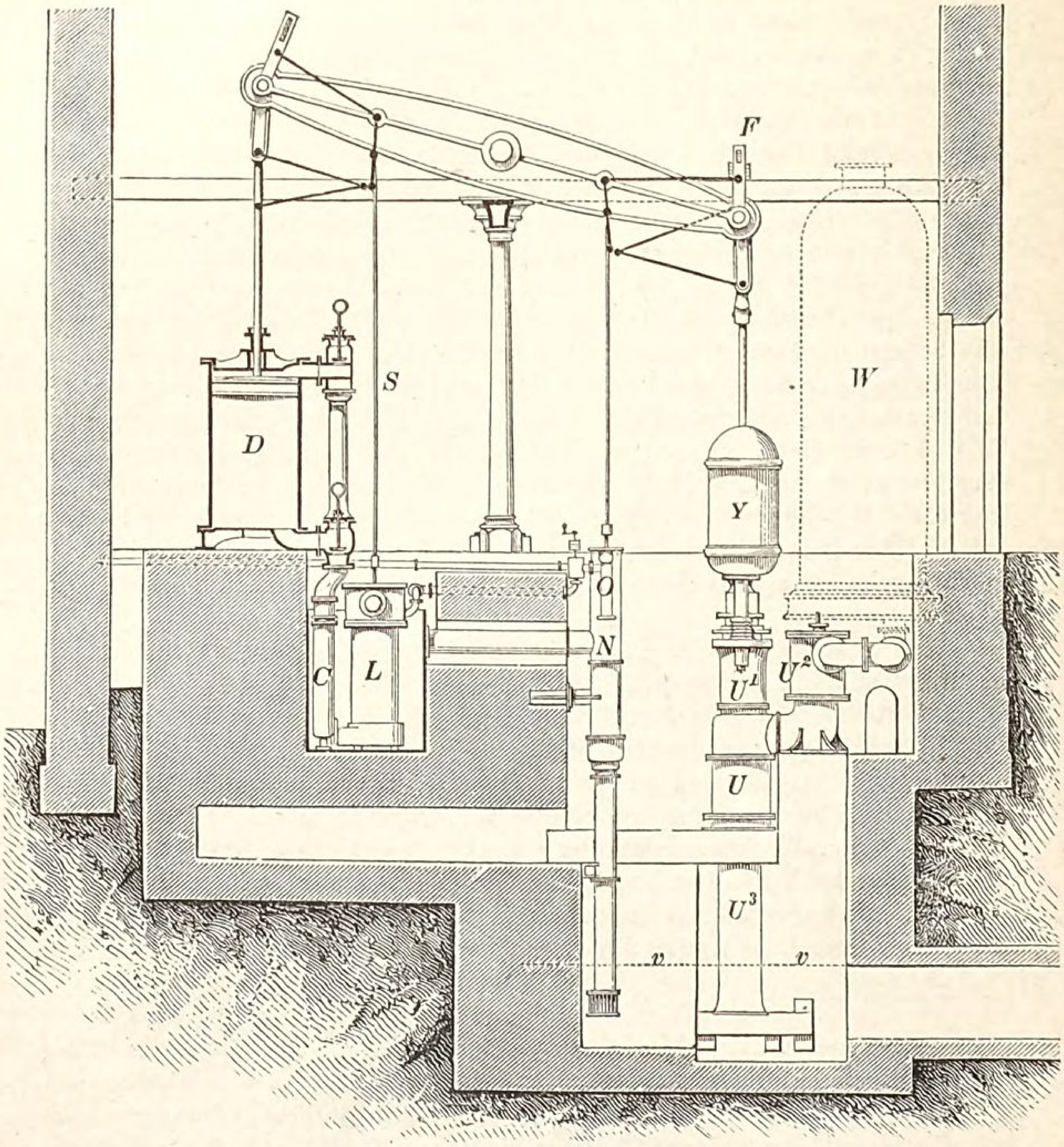
Später hat man diese erste (jetzt alt genannte) Wasserkunst durch eine zweite (die neue genannt) bedeutend vergrössert, so dass gegenwärtig vier Maschinen (mit 11 Dampfkesseln) zum Pumpen des Wassers vereinigt sind[1]),

burg" berichtet u. A. Seite 6 über die damaligen Zustände Folgendes: „Eine Wasserleitung im Hause war bisher nur dem Wohlhabenden erreichbar und wurde deshalb als Luxus betrachtet. Ausser hohen jährlichen Beiträgen musste ein Eintrittsgeld von mehreren hundert Mark, zum Theil bis 500 Mark entrichtet werden. Für den Unbemittelten gab es in manchen Stadttheilen keine Gelegenheit, sich gutes Wasser unentgeltlich zu verschaffen."

1) Die spätere Gestaltung der Hamburger Wasserkunst, mit Abbildungen der alten und neuen Maschinen, bespricht sehr gut ein Artikel des Schilling'schen Journals für Gasbeleuchtung etc., sowie für Wasserversorgung. Jahrg. 1870, Bd. XIII. S. 325.

die in ihren Hauptdimensionen völlig übereinstimmen. Durch eine geeignete Kataraktanordnung (S. 362) kann die Hubzahl einer jeden der vier Cornwall-Dampfmaschinen von 2 bis 10 pro Minute verändert werden, ohne die günstige Arbeit derselben im Mindesten zu stören. Jede der beiden älteren Maschinen leistet eine Nutzarbeit von 65 Pferdekräften, die dritte eine von 130, die vierte

Fig. 364.



eine von 250 Pferdekräften, im Ganzen leisten also die vier Maschinen eine Arbeit von 510 Pferdekräften. Die grösste Maschine vermag pro Tag 35300 Cubikmeter Wasser zu liefern, während die anderen drei übrigen zusammen eine Leistungsfähigkeit von 47000 Cubikmeter haben.

Ein anderes, in der Entwickelungsgeschichte der Wasserversorgung deutscher Städte beachtenswerthes Wasserwerk, wobei man ebenfalls die ersten

Londoner einfachwirkenden Cornwall-Maschinen zum Muster nahm, ist das bereits oben erwähnte der Stadt Magdeburg, welches 1859 in Betrieb gesetzt und von dem Civil-Ingenieur Moore in Berlin erbaut wurde.

In den Fig. 364—366 sind die Haupttheile der betreffenden Maschinen skizzirt und zwar nach dem schönen Originale in Wiebe's Skizzenbuche[1]).

Es sind hier zwei Maschinen (von je 100 Pferdekraft) der abgebildeten Disposition und von sonst gleicher Construction vorhanden, jede derselben ist einfachwirkend, mit Absperrung (Expansion), mit Condensation und ohne Rotationsbewegung arbeitend. Hervorgegangen sind diese Maschinen wie Kessel aus der Fabrik der Elb-Dampfschifffahrts-Gesellschaft zu Buckau bei Magdeburg[2]).

Der Dampfcylinder D hat 5 Fuss (rhein.) Durchmesser und der Kolben 10 Fuss Hub. Letzterer macht unter den gewöhnlichen Verhältnissen 10 Hübe pro Minute. Mit dem Dampfkolben auf derselben Balancierseite befindet sich der Condensator C und die Luftpumpe L, wogegen am anderen Balancierarme (rechts) die Förderpumpe U aufgehangen ist, deren Plungerkolben 24 Zoll Durchmesser und 8 Fuss Hub hat. Ferner befinden sich noch auf derselben

Fig. 365.

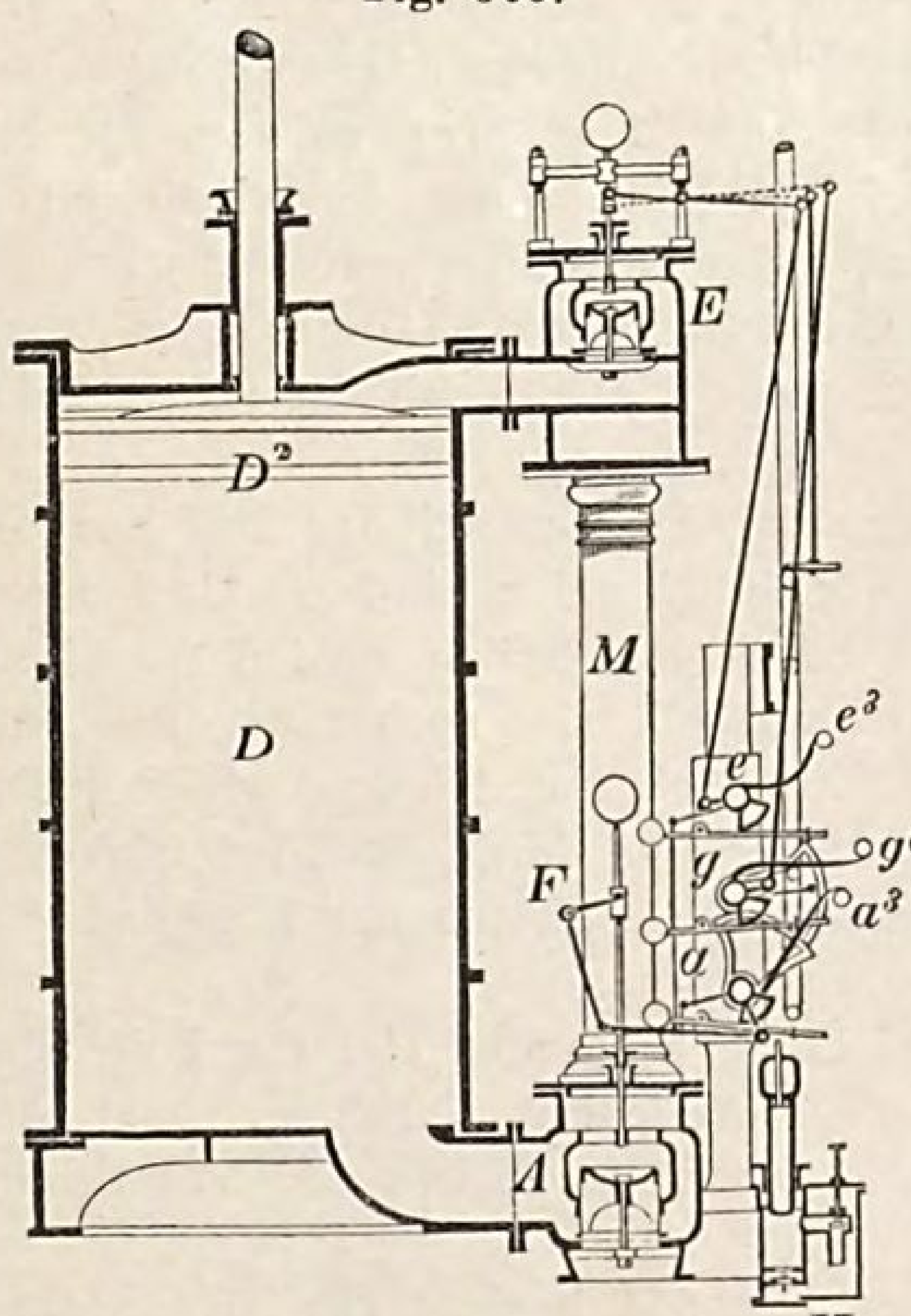
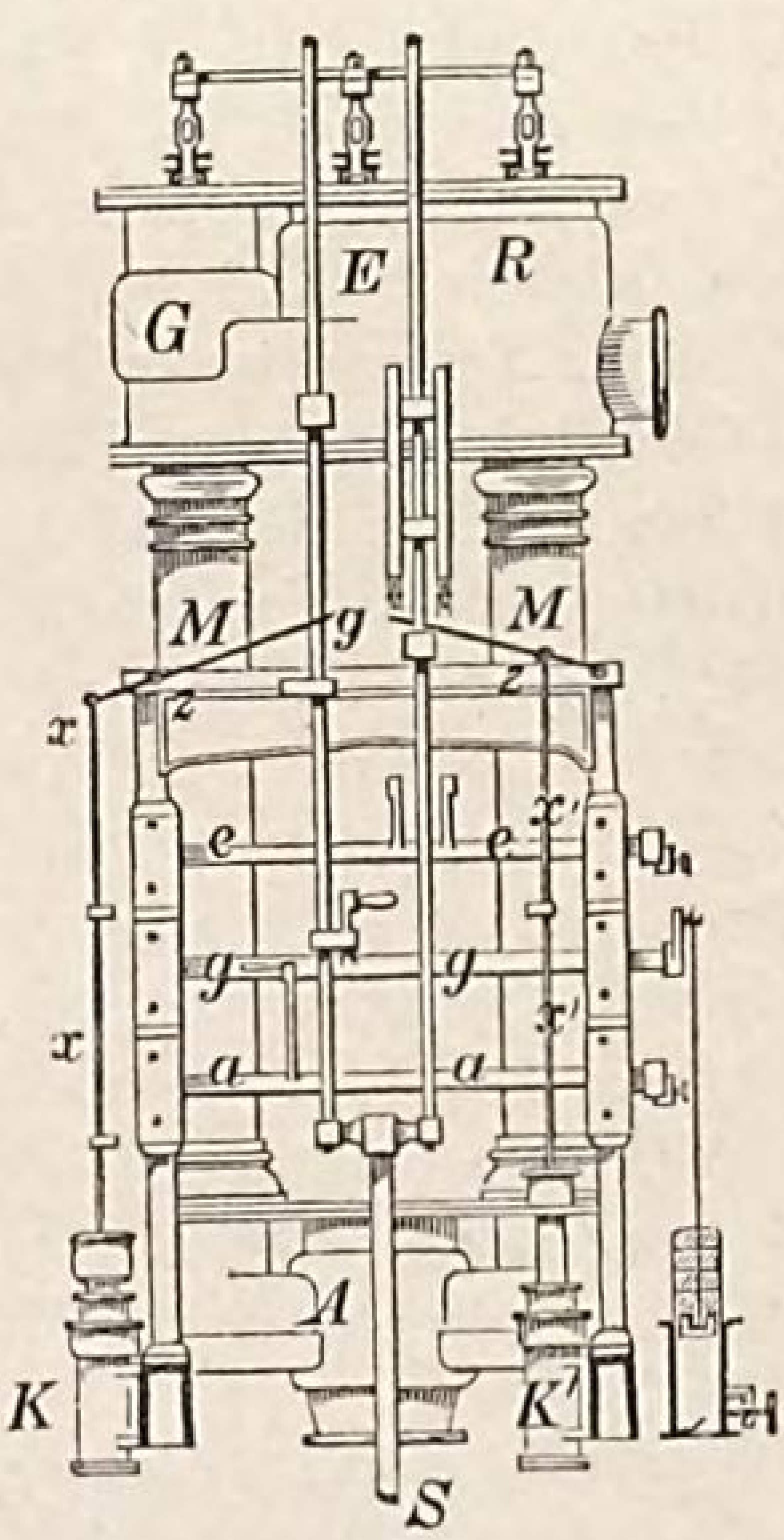


Fig. 366.



1) Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Heft XIV. Berlin 1861. (Sechs grosse Blätter.)

2) Geschichtliches der Magdeburger Stadt-Wasserkunst, Bauliches und besonders die Reinigung des zu fördernden Elbwassers durch natürliche Filter, d. h. unter Benutzung am Ufer befindlicher Kies- und Sandlager, enthält ein interessanter, werthvoller Aufsatz im X. Jahrgange (1860) der Erbkam'schen Zeitschrift für Bauwesen, S. 156.

Seite die Kaltwasserpumpe *N* und zwei kleinere, zur Dampfkesselspeisung dienende Pumpen *O*.

Der Dampf wirkt auch hier auf den Kolben bei dessen Niedergange. Die Förderpumpe *U* saugt alsdann, da ihr Plungerkolben gehoben wird. Das Niedergehen des letzteren und somit auch das Steigen des Dampfkolbens wird durch das Gewicht und die besondere Belastung *Y* des Plungers bewirkt, welcher dabei das angesogene Wasser durch den Windkessel *W* in die Rohrleitung drückt. Die in den Fig. 365 und 366 (soweit es hier Zweck und Raum gestatten) dargestellte Steuerung der Dampfmaschine ist Ventilsteuerung (Bd. 1, S. 444) mit Einklinkung und Quadranten, wobei Hubpausen durch Katarakte (Fig. 325) herbeigeführt werden, welche der jedesmaligen zu gewältigenden Wassermenge entsprechen. Zur Regulirung und Vertheilung des Dampfes sind vier Glockenventile angebracht, wovon zwei, nämlich das Dampfeinlassventil *E* und das Auslassventil *A* (Fig. 365) im Durchschnitte sichtbar sind. Die beiden anderen Ventile, nämlich das Gleichgewichtsventil *G* und ein Ventil *R*, welches die Menge des durch *E* tretenden Dampfes regulirt, konnten (neben den genannten) in Fig. 366 nur in soweit markirt werden, als es das allgemeine Verständniss der Steuerung erfordert[1]).

Beim Niedergange des Kolbens sind (ganz so, wie bei der Bd. 1, S. 408 beschriebenen und in Fig. 253 abgebildeten, einfachwirkenden Watt'schen Maschine) Einlassventil *E* und Austrittsventil *A* geöffnet, so dass der Raum über dem Kolben D^2 mit dem Kessel, der Raum unter demselben mit dem Condensator *C* (Fig. 364) communicirt, während (wieder ganz so, wie bei der soeben citirten Watt'schen Maschine) das Gleichgewichtsventil *G* geschlossen ist. Dieser Zustand ist in Fig. 365 dargestellt, jedoch mit der Einschränkung, dass der Niedergang des Kolbens eben beginnen soll.

Zum Zwecke des Kolbenaufganges ist der Zustand der drei Ventile *E*, *A* und *G* genau der entgegengesetzte, d. h. *E* und *A* sind geschlossen und *G* geöffnet. Dabei strömt der Dampf durch die beiden hohlen gusseisernen Säulen *MM* von oben nach unten und vertheilt sich auch unter dem Dampfkolben, so dass letzterer von beiden Seiten (oben und unten) gleichen Druck erfährt. Das Oeffnen aller drei Ventile erfolgt durch das Niedersinken von Gewichten, das Schliessen durch geeignete Mechanismen der Maschine, wobei gleichzeitig die Gewichte wieder gehoben werden.

Von dem etwas complicirten Spiele der Steuerung hier nur Folgendes.

Das Einlassventil *E* steht mit einer Welle *e* in Verbindung und ähnlich so das Auslassventil *A* mit einer Welle *a* und das Gleichgewichtsventil *G* mit der Welle *g*.

Bei der Stellung aller Theile in Fig. 366 beginnt der Niedergang des Kolbens, in dessen Verlaufe am Balancier hängende Schienen mit Knaggen, die in unserer Figur nur angedeutet werden konnten, auf Hebel e^3 der Welle *e* drücken und dadurch endlich das Einlassventil *E* schliessen. Hiernach hört der Zufluss frischen Dampfes auf und der bereits eingebrachte abgesperrte Dampf arbeitet (wie man zu sagen pflegt) durch Expansion. Gegen Ende dieses

1) Sämmtliche Detailzeichnungen und zugehörige Beschreibungen liefert Wiebe a. a. O. Heft XIV.

Niederganges erfolgt in gleicher Weise eine Einwirkung auf den Hebel a^3, der auf der Welle a sitzt, wodurch das Auslassventil A geschlossen wird. Hiernach hat der Kolben seinen Niedergang vollendet. Der Katarakt, wodurch das Ausrücken der Sperrklinken für Aus- und Einlassventil erfolgt, ist in Fig. 366 mit K bezeichnet. Der Kolben dieses Kataraktes sinkt, während der Dampfkolben D^2 steigt und es treffen, wenn letzterer seinen Hub vollendet hat, Ansätze (Frösche) der Stange x gegen geeignete Klinkhebel und veranlassen deren Ausrückung. Hierdurch gelangen aber Gewichte zur Wirkung, welche Auslass- und Einlassventil öffnen etc.

Hat der Dampfkolben D^2, wie angenommen wurde, seinen Niedergang vollendet, so rückt der Katarakt eine mit der Welle g verbundene Sperrklinke aus, wodurch ebenfalls ein Gewicht frei gemacht, das Gleichgewichtsventil G geöffnet, dem Dampfe der Zutritt unter den Kolben gestattet wird und letzterer seinen Aufgang beginnt, worin er durch das Gewicht des Plungers U' und dessen Belastung Y (Fig. 364) unterstützt wird. Ist dann der Kolben beinah oben angekommen, so trifft ein Stangenanschlag den an der Welle g sitzenden Hebel g^3, wodurch das Gleichgewichtsventil G wieder geschlossen wird.

Während des nun abermals folgenden Niederganges des Dampfkolbens fällt der beim Aufgange gehobene Plungerkolben des Gleichgewichtskataraktes K' (Fig. 366) und rückt, nach vollendetem Wege des Dampfkolbens und nach einer durch Stellung des Kataraktventiles zu regulirenden Pause, ebenfalls durch eine Stange x' einen Klinkhebel aus, wodurch das Gleichgewichtsventil geöffnet und wiederum der Aufgang des Dampfkolbens veranlasst wird.

Im Falle eines aussergewöhnlich grossen Wasserbedarfes, z. B. bei Feuersbrünsten, lässt man die Maschinen ohne Hubpausen arbeiten, d. h. setzt die Katarakte ausser Wirkung. Das Spiel der Steuerung ohne Hubpausen wird in unserer Quelle ebenfalls ausführlich erklärt.

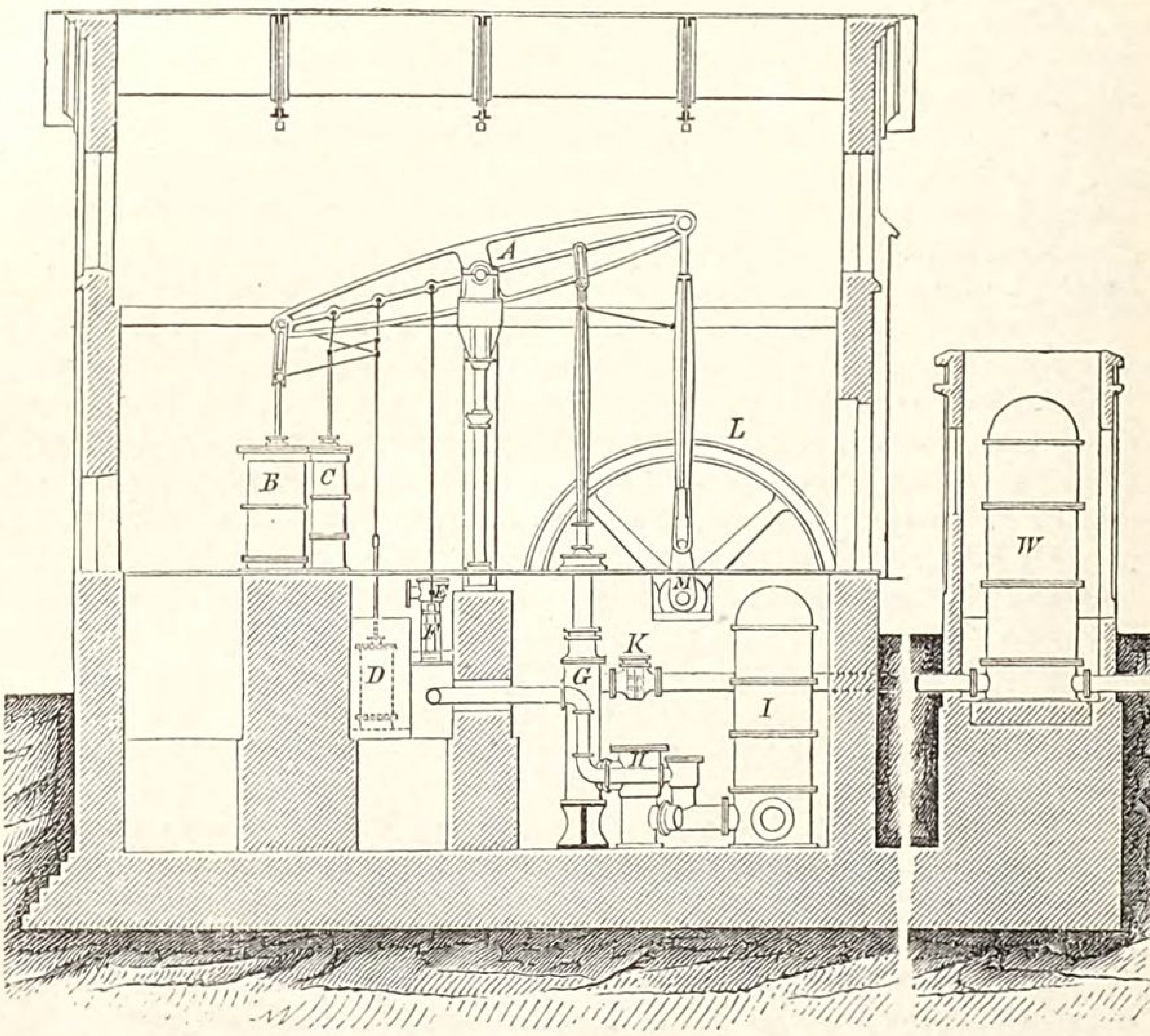
Ueber die Leistungen des Werkes berichtet Wiebe (a. a. O.) nichts weiter, als dass jede der beiden Förderpumpen bei einem Hube etwa 24 Cubikfuss Wasser liefert.

So ausgezeichnet sich auch die Cornischen Pumpen-Maschinen ohne Drehbewegung zur Wasserversorgung mit einfachwirkenden Pumpen für Städte in mehrfacher Beziehung zeigten, so musste man doch auch zugeben, dass rotirende (mit Schwungrädern) ausgestattete Dampfmaschinen mit doppeltwirkenden Pumpen mehrfache und zwar bedeutsame Vorzüge haben, wohin ganz besonders ihre wohlfeilere Herstellung, einfachere Construction, mindere kostspielige Fundirungen, geringere Reparaturen und leichtere Beaufsichtigung gehören, in letzteren Beziehungen besonders deshalb, weil vor Allem die complicirte Kataraktsteuerung wegfällt. Hieraus erklärt sich das (bereits in den 40er Jahren in England begonnene) Bestreben, für Wasserwerkszwecke die rotirenden Maschinen einzuführen[1]).

1) Ueber das Pro und Contra der Frage, ob einfachwirkende Cornwall-Maschinen und Pumpen oder rotirende und doppeltwirkende Maschinen und Pumpen? handelt ausführlich der Director der Altonaer Gas- und Wasserwerke, Herr Ingenieur W. Kümmel, in seinem Werke: „Die Wasserkunst in Altona." Hamburg 1861, S. 14.

Die erste Anwendung von Maschinen letzterer Art in Deutschland für gedachte Zwecke hat man, nach Wissen des Verfassers, bei den Berliner Wasserwerken gemacht, welche 1855 in Betrieb gesetzt wurden und in der unten notirten Quelle[1]) ausführlich beschrieben und durch Abbildungen erläutert sind. Durchschlagende Anerkennung erlangte aber das rotirende Maschinensystem mit doppeltwirkenden Pumpen erst nach Einführung desselben bei der Wasserversorgung der Stadt Altona, deren Project von Hawksley

Fig. 367.



in London herrührt, während Maschinen und Kessel R. & W. Hawthorn in Newcastle upon Tyne lieferten, der Bau der Anlagen durch die Unternehmer York & Co. stattfand und mit der Controle der contractlichen Ausführung die Ingenieure Lindley (Erbauer der ersten Hamburger Wasserwerke, S. 352) und Kümmel (Verfasser des bereits citirten Werkes) betraut wurden. Am 4. Aug. 1859 wurde das bei Blankenese errichtete Maschinenwerk in Betrieb gesetzt und arbeitete nicht nur bis zur Gegenwart völlig zufriedenstellend, sondern veranlasste auch, dass die bei der jetzt nothwendigen Erweiterung

1) „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte." Jahrgang 1859, S. 1, mit 25 Tafeln-Abbildungen.

der Wasserversorgung Altonas neu anzuschaffenden Maschinen in genau gleicher Construction wieder bestellt wurden.

Nach dieser Einleitung wenden wir uns sogleich zur Beschreibung des betreffenden Maschinensystemes mit der Bemerkung, dass die in Fig. 367 dargestellte Skizze[1]) dem bereits wiederholt gedachten Werke Kümmel's entlehnt wurde. Ueberdies werde bemerkt, dass zwei ganz gleiche Maschinensysteme unmittelbar neben einander und zwar so aufgestellt und derartig construirt sind, dass jedes System für sich oder beide zusammen arbeiten können. Ueberdies wird gleich erkannt, dass die Dampfmaschinen dem Woolfschen Systeme angehören, wobei die Kolbenstangen beider Cylinder *B* und *C* an derselben Balancierseite (links) aufgehangen sind. Die Hauptpumpen *G* sind doppeltwirkend, nach der Kirchweger-Faivre'schen Anordnung (S. 601), d. h. so construirt, dass sie nur beim Aufgange Wasser ansaugen, beim Auf- und Abgange aber (immer die Hälfte des angesogenen Wassers) fördern. Das Saugventil befindet sich bei *H*, das Steig- oder Druckventil in *K*. Der grosse Dampfkolben hat 7 Fuss (2,135 Meter) Hub und 35 Zoll (89 Centimeter) Durchmesser, während der Hub des kleinen Kolbens $^3/_4$ vom grossen, also $5^1/_4$ Fuss (1,60 Meter), der Durchmesser 20 Zoll (51 Centimeter) beträgt. Die Hauptpumpen *G*, deren jede Maschine eine besitzt, sind an der halben Armlänge des Balanciers aufgehangen und haben $3^1/_2$ Fuss (1,27 Meter) Hub bei 21 Zoll (53,34 Centimeter) Stiefel- und 15 Zoll (38,1 Centimeter) Plungerdurchmesser. Beim normalen Gange soll das Schwungrad *L* mit dem Krummzapfen *M* pro Minute 15 Umläufe machen. Gewöhnlich arbeiten die Maschinen mit einem Dampfdrucke von 26 bis 28 Pfund pro Quadratzoll engl. (über Atmosphärenpressung).

Von sonstigen Theilen der Maschine in Fig. 367 werde noch erwähnt, dass *D* die Luftpumpe bezeichnet, *E* die Kaltwasserpumpe, *F* die Speisepumpe, *I* ein Vacuumkessel (negativer Windkessel) und *W* der Druckwindkessel ist.

Dass das Werk in Blankenese, etwa 11,3 Kilometer von Hamburg Elbstrom abwärts liegend, erbaut wurde, hat seinen natürlichen Grund in dem Grundprincipe jeder guten Wasserkunst, welche grosse Städte mit Flusswasser zu versorgen hat, nämlich darin, das Wasser an einer Stelle zu entnehmen, wo es verhältnissmässig am reinsten gefunden wird.

Die Blankeneser Anlagen zerfallen in zwei Hauptgruppen. Die erste Anlage ist die an der Elbe liegende vorbeschriebene Dampfmaschine und Pumpenstation, mittelst welcher das natürliche Elbwasser auf den nächstliegenden höchsten Berg, den Brauhausberg (270 Fuss engl. oder 82,35 Meter über dem Nullpunkt des Elbstromes), in einer 2170 Fuss engl. (759,5 Meter) langen, 18 Zoll (45,72 Centimeter) weiten Rohrleitung gedrückt wird.

Die zweite Anlage umfasst die auf dem Brauhausberge angebrachten Ablagerungs- oder Klärbassins und künstlichen Filter zur Reinigung des Wassers, sowie ein Reinwasser-Reservoir. Aus letzterem führt eine 34000 Fuss

1) Eine ebenfalls sehr gut abgefasste und mit Abbildungen begleitete Beschreibung des Blankenese-Altonaer Wasserwerkes findet sich in Schilling's Journal für Gasbeleuchtung, Jahrg. 1870 (Bd. XIII.), S. 337—352.

(10370 Meter) lange Rohrleitung das reine Wasser nach Altona und den nahe gelegenen Verkehrsanstalten und Ortschaften.

Die Leistung der ganzen Anlage ist eine vorzügliche. Was die Güte der Dampfmaschinen und des Pumpenwerkes anlangt, so wird sich diese am besten aus folgender Nachricht ergeben, welche ich kürzlich durch die Güte des Herrn Director Kümmel empfing und welche folgendermaassen lautet:

„Unsere alten Maschinen, seit 1859 unausgesetzt im Gebrauche, wurden in letzterer Zeit sehr stark angegriffen, da deren Arbeitsleistung für den Bedarf kaum ausreicht. Noch heute leisten sie, in regelmässigem Betriebe, nicht bei Versuchen oder Proben, Folgendes: Bei 960 Schwungradumdrehungen (16 pro Minute) fördern sie das (gemessene, nicht berechnete) Wasserquantum von 7692,6 Cubikfuss engl. (= 217,82 Cubikmeter) auf 275 Fuss engl. (83,82 Meter) Höhe bei einem durchschnittlichen Kohlenverbrauche von 300 Pfund stündlich, d. i. pro Stunde und pro metrische Nutz-Pferdekraft 2,218 Kilogr. oder pro Stunde und pro englische Nutz-Pferdekraft 4,490 Pfund, vorausgesetzt gewöhnliche englische Durchschnittskohle, in keiner Weise ausgesucht.

Da sich ferner die theoretische stündliche Wasserförderung berechnet zu $960 \times 3^1/_2$ Fuss $\times \left(\frac{21}{12}\right)^2 . 0,785 = 960 . 3^1/_2 . 2,405 = 8080,8$ Cubikfuss, so ergiebt sich das Güteverhältniss der Pumpen zu:

$$\frac{7692,6}{8080,8} = 0,9512,$$

oder der Nutzeffect zu mehr als 95 Procent.

Wenn dies Maschinen leisten, die länger als 14 Jahre im ununterbrochenen Betriebe sind, so ist der Grund leicht zu ermessen, weshalb die neu anzuschaffenden Maschinen wieder von ganz gleicher Construction bestellt sind. Ueberdies wird die neue Maschinenanlage in mehrfacher Beziehung noch vollkommener wie die alte sein, indem u. A. die Lieferanten derselben, Hawks, Crawshay & Sons in Gateshead eine Leistung von $2^2/_3$ Pfund Kohlen pro Stunde und pro Pferdekraft garantirt haben. Hierbei ist vorausgesetzt, dass die Pferdekräfte aus Wassermenge mal Förderhöhe (Quantum auf den Brauhausberg geschafft), also wirkliche Nutzpferdekräfte ohne Berechnung der hydraulischen und mechanischen Widerstände sind.

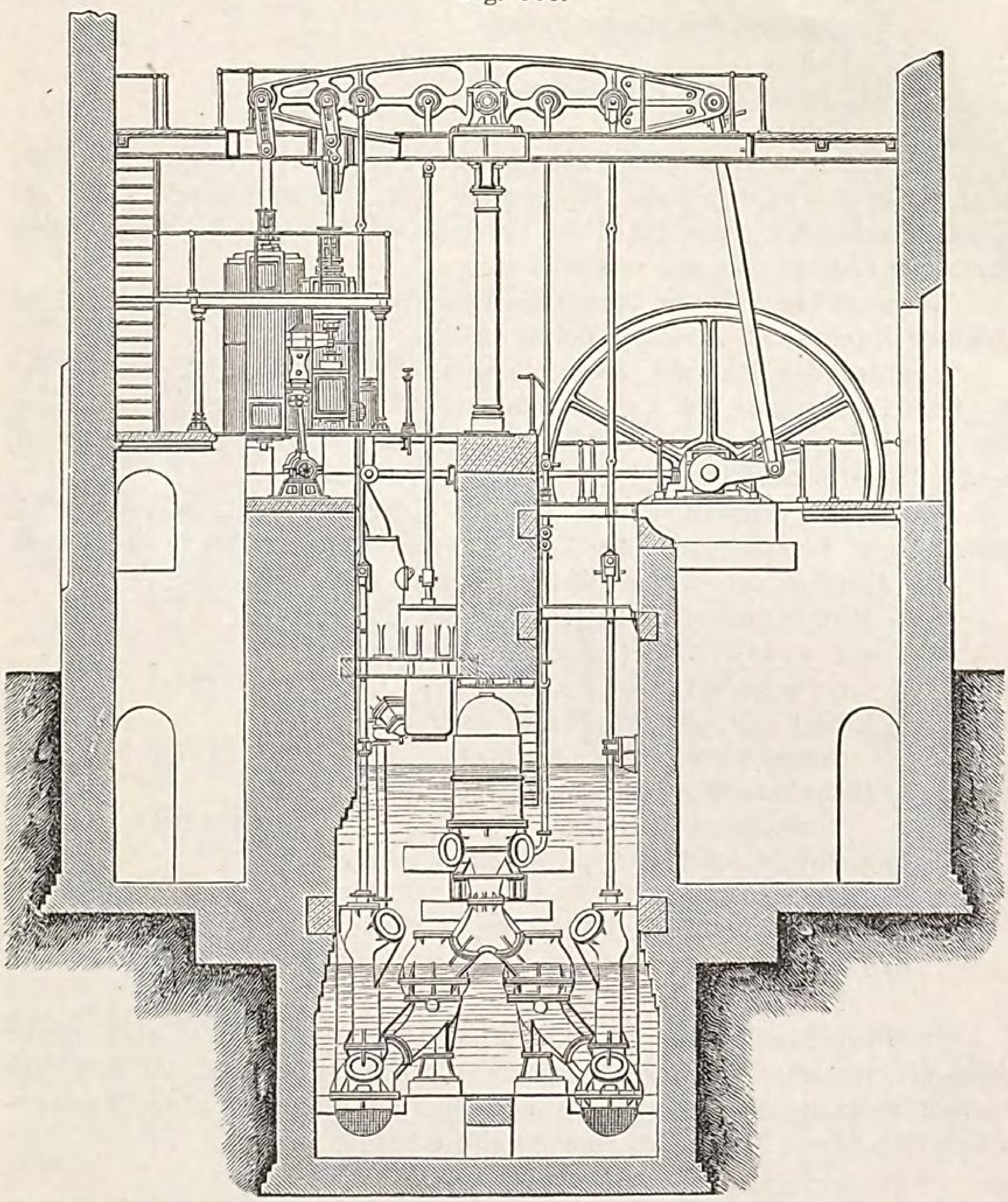
Diese doppeltwirkenden Woolf'schen rotirenden Balancier-Pumpen-Maschinen haben in England jetzt eigentlich alle übrigen Systeme verdrängt, sie herrschen fast absolut und werden neue Wasserwerke mit anderen Maschinen nur noch sehr wenige gebaut.

Zu welchem bedeutenden Höhengrade man zur Zeit die Leistungen dieser Dampfmaschinen-Wasserwerke gebracht hat, dürfte nachstehendes Beispiel darlegen, womit das längst bewährte Maschinenbau-Etablissement von Simpson & Co. in London (Pimlico-Grosvenor Road) sich neuen Ruhm erworben hat.

Das betreffende Maschinenwerk war und ist für die Lambeth-Wasserwerk-Compagnie (Note, Seite 630) und zwar für die Station „Surbiton" bestimmt. Mit der Abnahme und genauen Prüfung des Werkes hatte man den anerkannten Civil-Ingenieur John Taylor, Mitglied der engl. Institution der Civil-Ingenieure (M. I. C. E. markirt) beauftragt, der am 18. Febr. 1884 während der

24 Stunden dauernden Versuche an Dampfmaschine und Kessel zu Resultaten gelangte, welche wir aus den uns zugestellten Acten copirten, dem wir jedoch einige Nachrichten über das Fig. 368 dargestellte Maschinenwerk vorausschicken wollen.

Fig. 368.



Die Balancier-Dampfmaschine ist nach dem sogenannten Compound-Systeme (im Deutschen „Verballhornisirt“, als Verbund-System bezeichnet) construirt[1]), beide Cylinder vertikal unmittelbar nebeneinander gestellt, dagegen

1) Die Angaben des Verfassers über die Prioritätsfrage der sogenannten Compound-Dampfmaschinen (wofür man den übelklingenden Namen „Verbund-Maschinen in Vorschlag gebracht hat), welche sich in der ersten Auflage dieses Bandes S. 241 abgedruckt vorfinden, haben theilweis Bestätigung, theilweis Er-

die beiden doppeltwirkenden Wasserpumpen, in gleicher Entfernung vom Balancier-Drehpunkte, links und rechts am Balancier aufgehangen.

Die Dampfmaschinen haben folgende Dimensionen:

Durchmesser des kleinen Kolbens	1	Fuss	10	Zoll	engl.	
Hub	4	„	7	„	„	
Durchmesser des grossen Kolbens	3	„	1	„	„	
Hub	6	„	6	„	„	
Durchmesser der Pumpenkolben	—	„	13	„	„	
Hub	3	„	$7^5/_{16}$	„	„	

Den Betriebs-Wasserdampf lieferten zwei Lancashire- (sogenannte Fairbairn-) Kessel von $6^1/_2$ Fuss Durchmesser und 27 Fuss Länge. Jedes der beiden Flammrohre hatte $2^1/_2$ Fuss Durchmesser, wobei jedes dieser Rohre durch vier Galloway-Stutzen verstärkt war.

Während der Versuche betrug die Dampfpressung constant 61 Pfund pr. Quadratzoll (circa $4^1/_7$ Atmosph. Ueberdruck).

Ein dritter kleinerer Kessel Cornwall-System (Trevithik-Kessel) von $3^1/_2$ Fuss Durchmesser, 14 Fuss Länge und mit einem einzigen Flammrohre von 2 Fuss Durchmesser, lieferte Dampf von 101 Pfd. Druck pro Quadratzoll, dessen Dampf zum Heizen der Dampfmäntel bestimmt war.

Mit grosser Sorgfalt wurden Indicator-Diagramme entnommen und die geförderte Wassermenge aus den Pumpendimensionen und Spielen berechnet.

Die Hauptergebnisse sämmtlicher Versuche waren folgende:

1) Mittlere Grösse der Indicator-Maschinen-Pferdekräfte (bei minutlich 27 Schwungradumläufen)	193,6	
2) Effective M.-Pferdekraftzahl nach der geförderten Wassermasse berechnet	167,6	
3) Geförderte Wassermenge während der ganzen Versuchszeit in Gallons	1 412 204	
4) Steinkohlenverbrauch pr. effectiver Pferdekraft und pro Stunde	1,784	Pfd.
5) Desgl. pr. Indicator-Pferdekraft	1,540	„
6) Leistung pr. 112 Pfd. (= 1 Centner) Steinkohle in Millionen Pfunden	124,27	

In Deutschland haben diese Simpson'schen Maschinen noch immer nicht die verdiente Anerkennung gefunden, vielmehr ist man zur Zeit noch vielfach anderer Ansicht, wie eins der jüngsten Beispiele, „das Wasserwerk der Stadt Barmen“, vorzugsweise erkennen lässt.

gänzungen in einem Artikel der Prager „Techn. Blätter“ von 1882, Heft 1, gefunden.

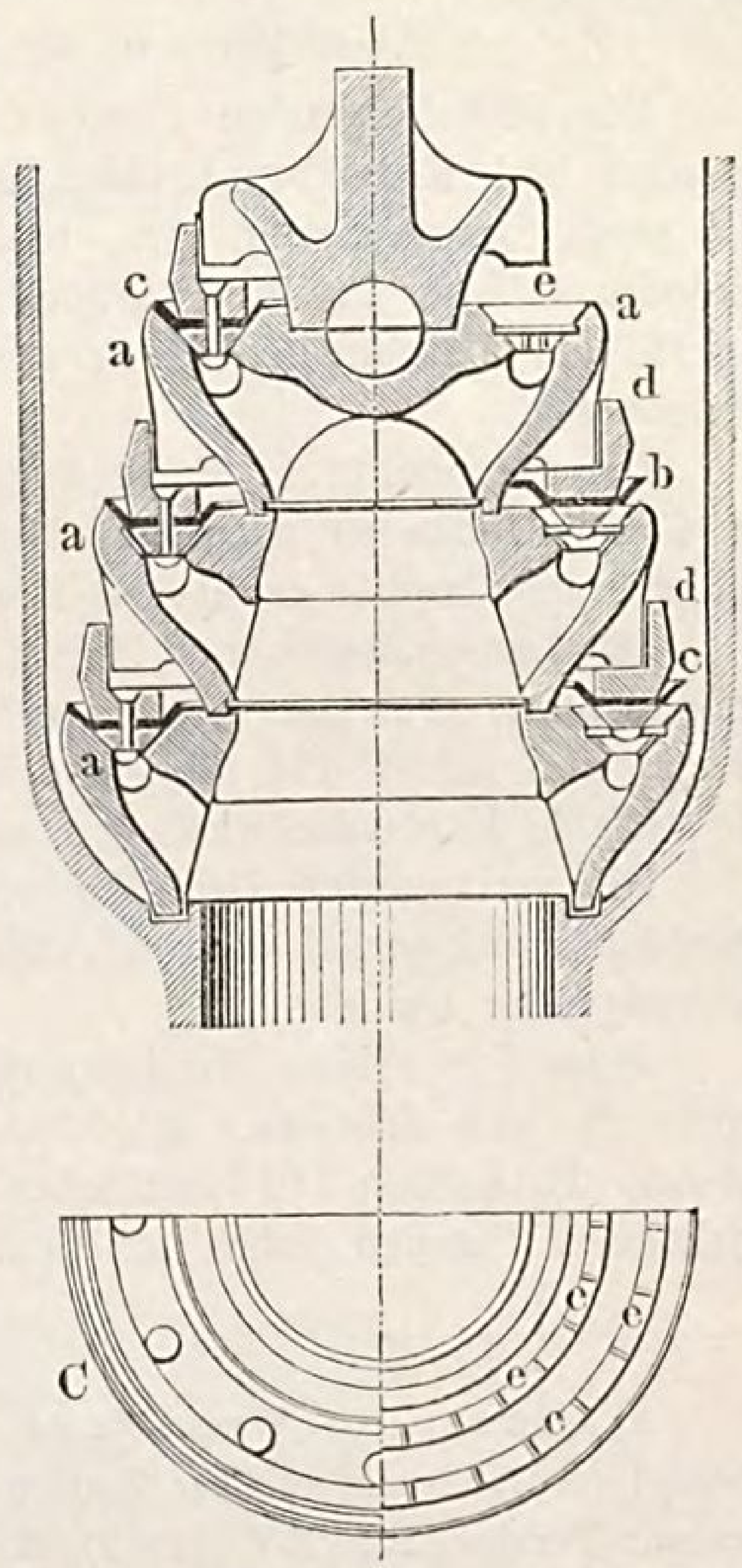
Berichtigt wird hier, dass mit rechtem Erfolg das Reservoir (zwischen den grossen und kleinen Dampfcylindern), „Receiver“ von Rankine (?) genannt, zuerst Randolph & Elder in Glasgow (1850—1854) in Anwendung brachten.

In den engl. Transactions of the Inst. of Naval Arch. von 1864, pag. 248, wird ein Engländer Cooper genannt, der sich, nebst Rankine, um die Sache verdient machte. Ausführlich hierüber handelt auch ein längerer Artikel in der Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing., Jahrg. 1871, S. 276 und S. 331.

Da hier zur *ausführlichen* Besprechung dieses Werkes der Raum fehlt, so muss auf die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1885, Nr. 15—18, verwiesen werden, worin, unter Beifügung von Zeichnungen und Versuchen, ausführlich über die ganze Anlage berichtet wird. Für die allgemeine Beurtheilung, namentlich des dabei in Anwendung gebrachten Pumpwerkes, wird Folgendes genügen.

Bei der Wahl des Dampfmaschinensystemes entschied man sich für die *eincylindrige* Condensationsmaschine mit Absperrung und zwar *sowohl* wegen Einfachheit der Bedienung und der dadurch mitbedingten Betriebssicherheit, *als auch* wegen der Lage der Pumpenstation mitten im Fuhrkohlenbecken, gegenüber der Compound-Maschine, von welcher bemerkt wird, „*dass sie zwar sparsamer arbeitet, aber sich auch theuerer in der Anlage stellt.*“

Fig. 369 und 370.



Der Cylinder der Dampfmaschine und der beiden einfachwirkenden Girard-Pumpen liegen mit ihren Achsen in derselben geraden Linie, so dass alle drei Kolben einerlei Hub besitzen, der beiläufig bemerkt, 1100 mm beträgt, während der Dampfkolben einen Durchmesser von 940 mm, die Pumpenkolben jeder 310 mm Durchmesser hat.

Die drei vorhandenen Dampfkessel sind Innenfeuerkessel mit seitlich angebrachtem Wellenrohre, welche für Dampfpressungen von 6 Atmosphären über Luftdruck concessionirt sind.

Verlangt wurde von dem Dampfpumpenwerke, dass mittelst desselben binnen 24 Stunden 5000 Cubikmeter Wasser auf 207,534 m senkrechte Höhe gefördert werden können. Bei den sorgfältig angestellten Versuchen ergaben die Pumpendiagramme eine Nutzarbeit von 184,85 Maschinenpferden, wogegen die Indicatordiagramme eine Arbeit von 202,40 Maschinenpferden lieferten, so dass sich das betreffende Güteverhältniss zu

$$\frac{184,85}{202,40} = 0,91$$

herausstellte.

Die Maschinen wurden von der ehemaligen *Egestorff*'schen Maschinenfabrik (jetzt Hannov. Maschinenbau-Actien-Gesellschaft), die Dampfkessel von der Firma *Schulz, Knaudt & Co.* in Essen geliefert.

Noch verdient ganz besonders bemerkt zu werden, dass die Pumpenventile mehrsitzige, etagenförmig angeordnete Ringventile aus Rothguss sind, welche auf gusseisernen Sitzen arbeiten. Der Hub der einzelnen Ventile ist nur

9 mm, wobei jedes Ventil einen freien Durchschnittsquerschnitt von 860 qcm hat, gleich dem 1,14fachen des Plungerquerschnittes.

Wir benutzen die Gelegenheit, auf ein fast gleiches kegelförmig angeordnetes Ringventil aufmerksam zu machen, worauf unterm 1. August 1879 einem gewissen Fernis in Isselburg ein deutsches Reichspatent (Nr. 9603) ertheilt wurde. Fig. 369 zeigt dies Ventil im Vertical-Durchschnitte und Figur 370 (theilweise) im Grundrisse. Die bei Wasserpumpen mit sehr hohem Drucke (gewöhnlich) auftretenden heftigen Schläge treffen hier nicht die dichtenden Flächen, d. h. die Ledermanschette *c* und den oberen Theil der Sitzfläche *a*, sondern nur die tragenden Flächen, also den Ring *b* und den unteren Theil der Sitzfläche *a*. Entstehende Unebenheiten unterstützen den Zutritt des Wassers zur Dichtungsstulpe, für welchen Zweck die Sitzfläche *a* mit Einkerbungen *e* versehen ist. Der Lederstulp *c* dagegen legt sich ohne jeglichen Schlag sanft auf die obere glattgedrehte Hälfte des Sitzes *a* auf etc. etc.

(Specielleres in der angegebenen Patentschrift.)

Die nächstfolgenden Figuren 371 und 372 zeigen die Dampfmaschinen, Pumpen und Kesseldispositionen nebst dem Druckthurm des Wasserwerkes der Stadt Braunschweig, was 1863 und 1865 nach dem Projecte des Ingenieurs Claus daselbst ausgeführt wurde. Maschinen und Dampfkessel lieferte die Maschinenbau-Actiengesellschaft, vormals Georg Egestorff in Hannover [1]).

Die sogenannte in unseren Abbildungen dargestellte Pumpenstation besteht den Gebäuden nach aus dem Maschinenhause [2]), aus dem Kesselhause und aus dem bereits erwähnten Druckthurme.

Die Dampfmaschinen *a*, Fig. 371, wovon, wie Fig. 372 (der Grundriss) erkennen lässt, zwei ganz gleiche vorhanden sind, haben horizontalliegende Cylinder, sind direct und doppeltwirkend mit Ventilsteuerung ausgestattet und für variable Expansionswirkung construirt.

Die verlängerten Dampfkolbenstangen sind mit den Kolbenstangen der Pumpen *b* gekuppelt, während sich nach links hin die Kreuzköpfe und die Schwungräder befinden.

Jedes der beiden Maschinensysteme kann auch unabhängig von dem anderen für sich arbeiten. Die Dampfcylinder haben 65,4 Centimeter Durchmesser, die Kolben 110 Centimeter Hub. Die (De la Hire'schen) doppeltwirkenden Pumpen haben 42 Centimeter Kolbendurchmesser. Die eine der

1) Claus, Die Wasserwerke der Stadt Braunschweig. Hannover 1869. Besonderer Abdruck aus der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XV. (1869), S. 25—114. Ferner wurde hier ein Aufsatz im XIII. Bd. (1870) des Schilling'schen Journals für Gasbeleuchtung benutzt, der sich dort S. 263—278 abgedruckt vorfindet.

2) Im Maschinenhause findet sich folgende Inschrift: „Also sprechen die Schriften der weisen Meister: Wasser ist die Wonne alles Lebenden; den Siechen ein Arzt, den Gesunden ein guter Freund, der Ruhe ein Gespiele, der Arbeit ein Genosse. Darum, so lasset des Wassers Ströme fliessen in jedwedes Bürgers Haus."

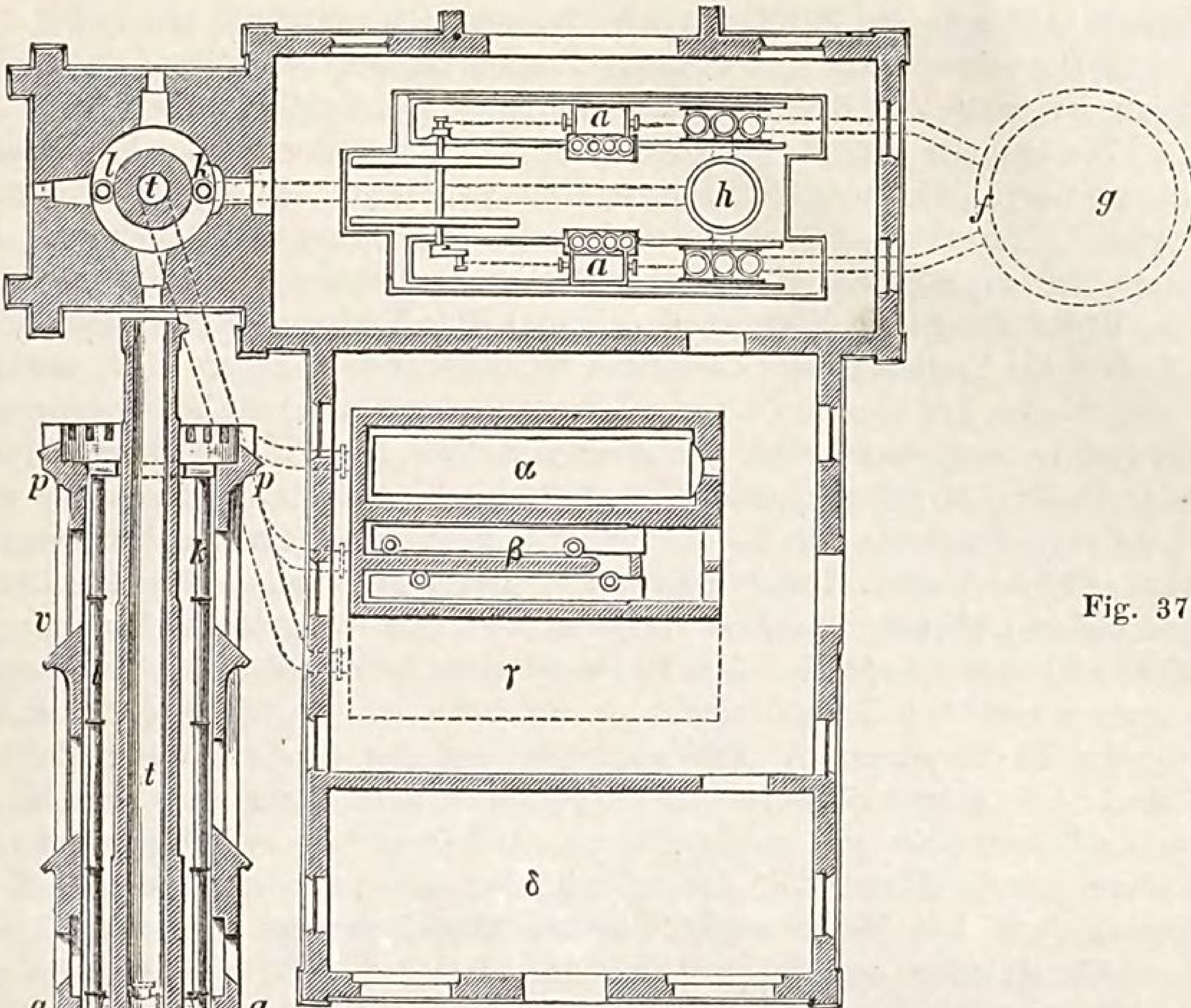


Fig. 372.

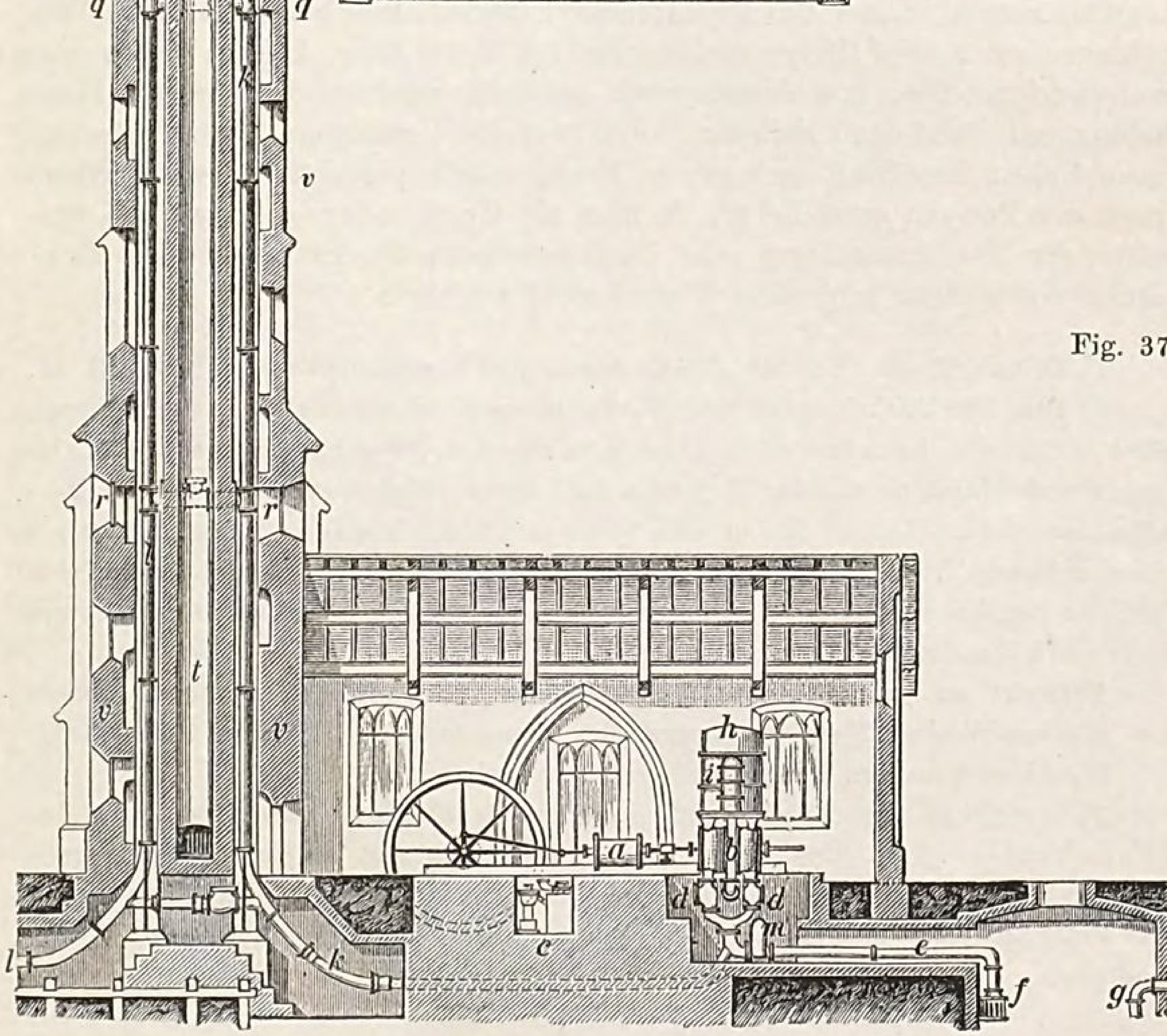


Fig. 371.

Pumpen hat von der Mitte aus aufschlagende Klappenventile von Leder, die andere Doppelsitzventile von Bronze. Die Durchmesser derselben sind gleich denen der Saug- und Druckleitungen, die beide 35,6 Centimeter weit sind.

Die Pumpen saugen jede durch ein besonderes Saugrohr *e*, in welchem ein negativer Windkessel *m* eingeschaltet ist. In unserer Quelle wird ausdrücklich bemerkt[1]), dass die Anbringung eines negativen Windkessels an jedem grösseren Pumpwerke nicht entbehrt werden kann, indem sonst bei schnellerem Gange die Wassersäule abrisse! Der Verfasser fügt diesem noch bei, dass die Vortheile eines derartigen Windkessels noch andere sind, nämlich Nichtschlagen der Ventile (wenn sich diese übrigens nicht zu hoch heben und mit Federn ausgerüstet sind, wie bereits S. 376, Note 2, empfohlen wurde), vortheilhafte Einwirkung auf die Trägheit des Wassers in der Saugröhre und vermehrtes Wasserquantum[2]). Das Verbindungsrohr der beiden Druckventile trägt je einen kleinen Druckwindkessel *i*. Der Hauptwindkessel *h* wird durch eine kleine Luftpumpe mit Luft versehen. Von hier aus geht das Hauptdruckrohr *k* und zwar erhebt sich dies im Druckthurme zwischen dessen Umfassungsmauern *v* und dem Schornsteine *t* bis zur Höhe von 45,37 Metern über der Flur des Maschinenraumes. Ihm gegenüber befindet sich ein völlig gleiches Fallrohr *l*. An beiden Röhren sind 0,94 Meter unter ihrer Oberkante sogenannte Wasserspeier *pp* angebracht, um ein Uebergehen des Wassers zu verhindern. Beide Röhren sind dreimal mit einander verbunden. Die erste Verbindung liegt 1,25 Meter unter Flur des Maschinenraums und führt durch einen Canal unter dem Schornstein durch, woselbst auch ein Klappenventil eventuell den Abschluss des Druckrohres bewirkt. Die beiden anderen Verbindungen *rr* in 15,7 Meter und *qq* in 31,4 Meter Höhe können durch eingeschaltete Schieber geschlossen resp. geöffnet werden. Durch diese Verbindung von Stand- und Fallrohr wollte man die Versorgung der in verschiedenen Höhen der Stadt gelegenen Theile durch proportional verschiedene Arbeit der Pumpen ermöglichen, da man ein Hochreservoir, was bei Störungen der Maschinenanlagen oder der Hauptröhren die Stadtversorgung übernehmen sollte, zwar projectirte[3]), aber nicht ausführte.

1) Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins, 1869, S. 47.

2) Die Nützlichkeit und die Vortheile von Windkesseln an Saugröhren haben 1852 die hannoverschen Eisenbahnbeamten, Maschinendirector Kirchweger und Maschinenmeister Prüsmann, durch höchst beachtenswerthe Versuche dargethan. Leider finden sich diese ausführlich nur in Armengaud's Génie industr. T. III. (1852), pag. 221 abgedruckt, auszugsweise in dem vom Verfasser bearbeiteten Artikel „Pumpen" der 2. Auflage von Karmarsch und Heeren's Handb. der Gewerbekunde, Bd. 2, S. 911.

Bemerkt zu werden verdient es übrigens, dass schon in Rothe's bereits oben citirtem Werke „Maschinenbaukunde" (Neue Auflage, Potsdam 1838) mehrfach Windkessel an den Pumpen-Saugröhren vorkommen.

3) Auf Blatt 431 der citirten Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins ist in punktirten Linien der Platz (an einem fast entgegengesetzten Stadttheile liegend) bezeichnet, wohin ein Hochreservoir kommen sollte. Der Verfasser hält ein Hochreservoir unter allen Umständen für eine Nothwendigkeit.

Das der Stadt Braunschweig durch dies Werk zu Gebote stehende Wasser wird aus der Oker oberhalb der Stadt entnommen, in Klär- oder Ablagerungsbassins geleitet und dann zu (künstlichen) Filterbassins geführt, welche mit vom Harze bezogenen Steinmaterialien (grobe Findlinge von Faustgrösse, Kies und Sand) gefüllt sind. Das in den Klärbassins abgelagerte Wasser wird in einem Rohre (von 56,50 Centimeter Weite) den künstlichen Filtern von oben zugeführt, von wo ab es in Röhren (von ebenfalls 56,50 Centimeter Durchmesser) in einen überwölbten Reinwasserbrunnen *fg* (Fig. 371) von 6,10 Meter Durchmesser fliesst und aus welchem es die Pumpen, deren Saugröhren mit *e* bezeichnet sind, heben.

Jede der vorher besprochenen horizontalliegenden Dampfmaschinen[1]) kann eine Arbeit von 64½ Maschinen-Pferdekräften entwickeln, so dass jede derselben ausreichend ist, binnen 24 Stunden ca. 270000 Cubikfuss rhein. (8343 Cubikmeter) auf 160 Fuss (50,24 Meter) Höhe zu fördern[2]). Hiernach lässt sich berechnen, wie viel Liter pro Kopf der 50000 Seelen betragenden Einwohnerzahl der Stadt Braunschweig von dem geförderten Wasser als Bedarf angenommen wurde[3]).

Die Frage, weshalb man beim Braunschweiger Wasserwerke nicht zweicylindrige Woolf'sche Dampfmaschinen in Anwendung gebracht hat, beantwortet der Verfasser (im Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereinsblatte) dahin, „dass es ihm vorzugsweise auf Wohlfeilheit der Beschaffung, Wartung und Instandhaltung angekommen sei, obwohl sich allerdings die Woolf'schen Maschinen durch ihre sehr gleichmässige Gangart auszeichnen und sich deshalb vorzugsweise zur Wasserhebung eignen. Zugestanden wird endlich, dass die in Folge der Anwendung zweier Cylinder etwas grössere Reibung und Complication der Mechanismen durch die ökonomischen Vortheile desselben mehr als ausgeglichen werde und daher dies System überall dort zu empfehlen sei, wo man vorzugsweise auf die höchstmög-

1) Das Kesselhaus (Fig. 372 im Grundrisse) bietet Raum für drei Kessel α, β und γ, sowie ausserdem der Raum δ als Kohlenschuppen dient.

2) Im Schilling'schen Gasjournale (1870, S. 269) wird, nach angestellten Versuchen, anders als in der Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins (ohne angestellte Versuche) berichtet. In ersterer Quelle heisst es also: Die Dampfmaschinen können bei 40 Pfund Dampfüberdruck pro Quadratzoll mit ¼ Füllung bei 120 bis 130 Fuss (37,68 bis 40,82 Meter) Wasserdruck arbeiten und gestatten bei stärkerem Dampfdrucke oder geringerer Wasserpressung eine Expansion bis $^7/_{18}$ (?), wobei die Schwungradwellen noch 19 Umläufe pro Minute machen. Der stattfindende Kohlenverbrauch beträgt 5,04 Pfund pro Stunde und pro Pferdekraft. In dieser zweiten Quelle wird auch das täglich zu beschaffende Wasserquantum nur zu 250000 Cubikfuss (7750 Cubikmeter) angegeben.

3) Nach dieser Angabe würde der Verbrauch pro Kopf betragen können:

$$\frac{8\,343\,000}{50\,000} = 166{,}8 \text{ Liter.}$$

Nach der Angabe in Note 3 aber nur $\frac{7\,750\,000}{50\,000} = 155$ Liter.

liche Kohlenersparniss, weniger aber auf grosse Einfachheit der Anlage reflectire!"

Der Verfasser kann, nach seinen Erfahrungen, diesem letzteren Urtheile nur ein „Wahrgesprochen" beifügen.

Den Freunden der horizontalliegenden Dampfmaschinen und Pumpen zur Wasserversorgung der Städte kann daher nicht genug das neue Wasserwerk der Stadt Dresden zur Kenntnissnahme empfohlen werden, dessen Herstellung dem als Fachschriftsteller wie praktischen Ingenieur rühmlichst bekannten Herrn Salbach übertragen wurde und dessen gänzliche Vollendung in diesem Jahre bestimmt zu erwarten ist[1]).

Zuvor muss jedoch erwähnt werden, dass Salbach bereits 1868 für die Stadt Halle a. d. Saale (eine Stadt von ebenfalls 50000 Einwohnern wie Braunschweig) eine in den meisten Theilen mit dem Dresdener Werke stimmende Wasserversorgung zur Zufriedenheit aller Parteien zu Stande gebracht hat und worüber die unten citirte Schrift ausführlich handelt[2]).

In Halle wie in Dresden gewinnt man das zu fördernde reine Wasser weder durch die natürliche Filtration[3]), noch durch die künstliche (wie in Braunschweig) aus den vorhandenen Flüssen, sondern in ganz eigenthümlicher Weise durch Gewinnung des unter den Flüssen und unter der Tagesoberfläche sich sammelnden Grund- und Quellwassers, welches rein, klar und zugleich von weit niedrigerer Temperatur ist, wie (gleichzeitig) das betreffende Flusswasser.

1) Herr Salbach hat die besondere Güte gehabt, dem Verfasser für die erste Auflage der „Allgemeinen Maschinenlehre" den als Manuscript gedruckten Vortrag „Ueber die Wasserversorgung der Stadt Dresden" zu senden, welchen dieser Herr kürzlich im sächsischen Ingenieur- und Architekten-Verein (am 10. Mai 1874) gehalten hat, was hiermit dankend erwähnt zu werden verdient.

Nachher (1876) gab „Baurath Salbach" ein specielles Werk über seine Schöpfung unter dem Titel heraus: „Das Wasserwerk der Stadt Dresden", erbaut in den Jahren 1871 bis 1874, welches mit einem Atlas von 10 (vortrefflich ausgeführten) Tafeln begleitet ist.

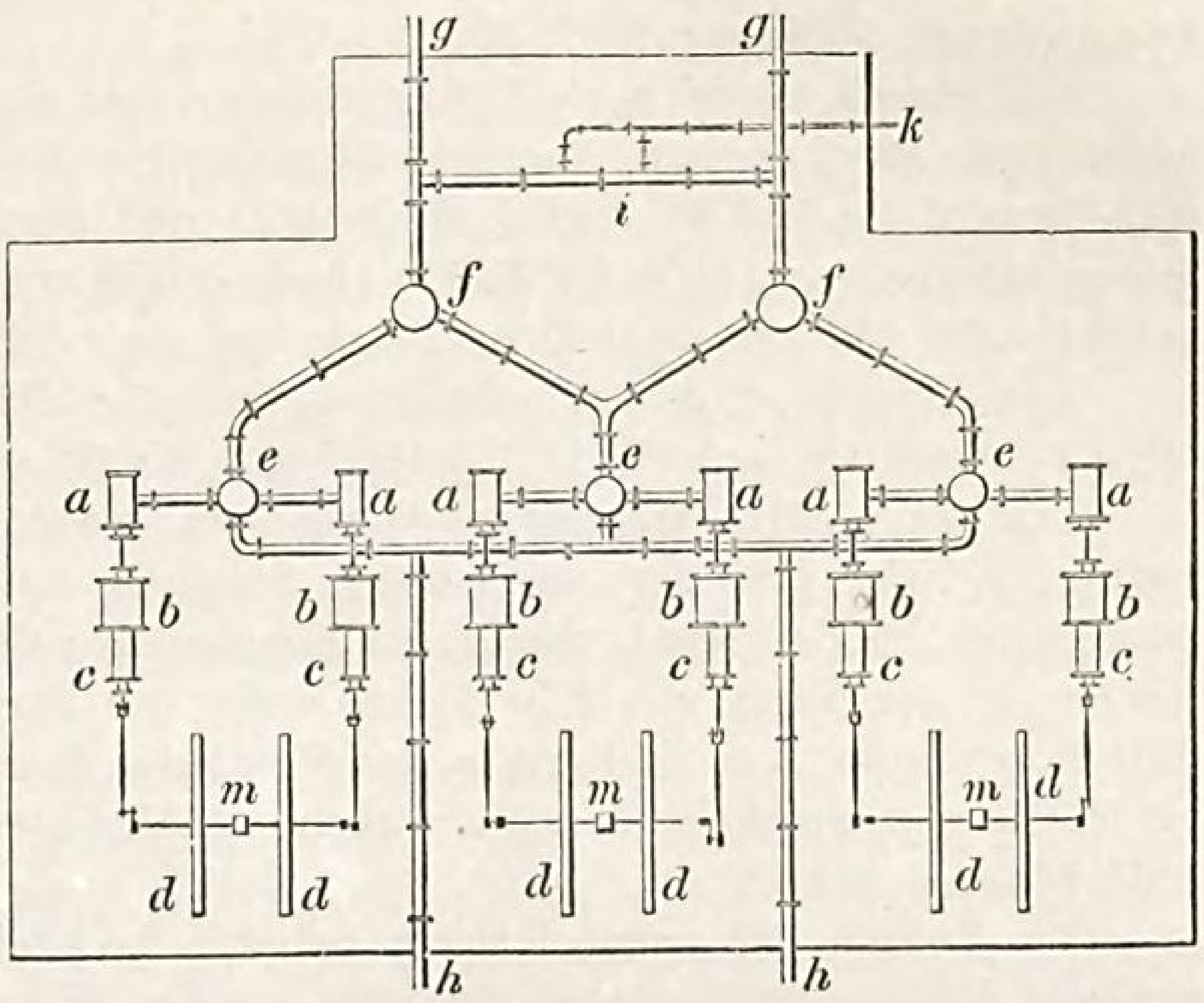
2) Salbach, „Das Wasserwerk der Stadt Halle." Erbaut in den Jahren 1867 und 1868. Mit 17 Tafeln Gross-Folio. Halle 1871.

3) Man versteht unter natürlicher Filtration (gewöhnlich) das Verfahren, parallel mit einem Flusse einen Canal herzustellen, welcher tiefer gelegen als das Flussbett aus porösem Mauerwerk (oder wie in Leipzig aus Thonröhren mit durchlöcherten Wänden) gefertigt wird, um das in den nächsten Bodenschichten befindliche Wasser aufnehmen zu können. Das im gedachten Canale gesammelte Wasser pumpt man aus und erwartet, dass das Flusswasser, dem im Canale abgesenkten Wasserspiegel folgend, durch das Flussbett und die zwischen diesem und dem Canale befindlichen Bodenschichten nachdringen, durch diese Schichten filtrirt und in dem Zustande in den Canal eindringen würde, wie es nach einer künstlichen Filtration zu sein pflegt.

Man sehe das Specielle dieses Gegenstandes in dem jüngsten Salbach'schen Werke, Abschnitt: „Princip der Wassergewinnung."

Nach dem Vorgange von Halle (und Bernburg?) hat man ferner auch in Dresden das Woolf'sche doppeltwirkende Dampfmaschinensystem mit horizontalliegenden Cylindern und ebenso gelagerten De la Hire'schen Pumpen adoptirt, überhaupt eine Anordnung getroffen, welche in der Hauptsache unter Benutzung folgender Grundriss-Skizze (Fig. 373) verstanden werden wird.

Fig. 373.



Es sind im Ganzen sechs Dampfmaschinen *bc* und zugehörige Pumpen *a* vorhanden, wobei leicht erkannt wird, dass die beiden Woolf'schen Cylinder in derselben geraden Linie hinter einander liegen und die betreffenden Kolbenstangen mit einander fest vereinigt sind. Je zwei der Dampfmaschinen sind mit einer lösbaren Kuppelung versehen (in unserer Figur zwischen den zugehörigen Schwungrädern *dd* durch den Buchstaben *m* angedeutet), um sie als Zwillingsmaschinen oder getrennt, jede Maschine für sich arbeiten lassen zu können.

Die Dimensionen der Dampfmaschinen und Pumpen sind folgende: Durchmesser der Dampfcylinder beziehungsweise 1,20 Meter (des grossen *b*) und 0,52 Meter (des kleinen *c*). Durchmesser der Pumpencylinder 0,47 Meter. Kolbenhub (bei allen drei Kolben gleich) 1,25 Meter. Die Volumina der beiden Dampfcylinder verhalten sich zu einander wie 1 : 5,32. Jede doppeltwirkende Pumpe liefert pro Hub (nach Abzug der durch den Cylinder gehenden Kolbenstange) ein theoretisches Quantum von 0,41410 Cubikmeter. In den Berechnungen ist der Wirkungsgrad der Pumpen zu 0,90 angenommen, so dass sich das pro Hub wirklich geförderte Wasserquantum jeder Pumpe zu 0,37269 Cubikmeter herausstellt. Die vier Klappenventile eines jeden Pumpensatzes sind leicht auszuwechseln.

Da sich im Jahre 1883 ganz sicher herausstellte, dass die 6 Dampfmaschinen, in Summa 600 Maschinen-Pferdekräfte repräsentirend, bei 5 912 116 Cubikmeter gefördertem Wasser circa für 35 000 Mark Kohlen consumirten, so bemühte man sich, durch allerlei Verbesserungen, diesen offenbar zu grossen Aufwand an Brennmaterial zu vermindern.

Hierzu brachte man vor Allem eine dem Maschinenfabrikanten Rost in Dresden patentirte Präcisionssteuerung mit Correctionsdaumen an, verwandelte die gewöhnliche Woolf'sche Maschinen-Anordnung in Compoundmaschinen durch Anwendung des Receivers unterhalb zwischen dem kleinen und grossen Cylinder und wärmte den letzteren mit frischem Kessel-

dampfe an. Ausserdem führte man einen Vorwärmer für das Speisewasser ein, ordnete eine directe Wiederzuführung des in den Dampfleitungen, Dampfmänteln und Receiver sich bildenden Condensationswasser durch besondere Speisepumpen an, damit dasselbe durch den Austritt in die Atmosphäre nicht seine Wärme erst verliert. Ausführlich über diese Reconstruction der Dampfmaschinen, unter Beibehaltung der in Fig. 373 angegebenen General-Disposition derselben, handelt ein (mit Abbildungen) begleiteter Bericht in Hartig's „Civil-Ingenieur", Jahrgang 1885, S. 161—174.

Schliesslich werde noch hervorgehoben, dass durch die genannten Umänderungen der ganzen Wasserwerksmaschinen eine Kohlenersparniss von 40,2 Procent bis 43,9 Procent herbeigeführt und demgemäss eine jährliche Minderausgabe von 14000 bis 15000 Mark erzielt wurde. Als Ergänzung der vorstehenden Mittheilungen diene Folgendes:

Zur Erzeugung des erforderlichen Dampfes dienen sechs Röhrenkessel mit Unterfeuerung und mit je 135 Quadratmeter Heizfläche.

Um das nöthige Wasser aus Quellen zu gewinnen, welche aus dem am rechten Elbufer (bei der sogenannten Saloppe) hoch ansteigenden Terrain unterirdisch herabströmen, wurde am Elbufer eine Galerie von durchlässigen Röhren in der Tiefe von 4,70 Meter unter der dortigen Erdoberfläche und 3,70 Meter unter dem Nullpunkte des Dresdener Elbspiegels verlegt, die sich unterhalb und oberhalb der Wasserhebungsanlage auf eine Totallänge von 1438 Meter erstreckt.

Die Röhren der Sammelgalerie münden in zwei grosse, 40 Meter von einander abstehende Brunnen, die man vor der Wasserhebungsstelle angelegt hat. Diese Brunnen bilden den Centralpunkt der Wassersammlung und aus diesen saugen die Pumpen ihr Wasser. Die beiden betreffenden Saugröhren sind in Fig. 373 mit den Buchstaben *hh* bezeichnet, jede derselben hat 0,65 Meter lichten Durchmesser. *eee* sind sogenannte Saug- oder negative Windkessel, von welchen die beiden Saugleitungen eines Systemes mit 0,47 Meter Durchmesser abzweigen, während sich die beiden Druckleitungen in einem Ausgleichungswindkessel unmittelbar über *ee* vereinigen und als gemeinschaftliche Leitung im Durchmesser von 0,60 Meter nach dem Hauptwindkessel (von 2 Meter Durchmesser und 5,30 Meter Höhe) geführt werden. Endlich sind *gg* die Steigleitungen, welche nach zwei 1200 Meter von der Wasserhebungsanlage und 60 Meter über dem Nullpunkte des Dresdener Elbpegels liegenden Hochreservoirs führen[1]), wovon jedes 1970 Quadratmeter Grundfläche, 9600 Cubikmeter Fassungsraum, also beide zusammen Raum für 19200 Cubikmeter Wasser enthalten.

Die Zuflussröhren *gg* haben einen lichten Durchmesser von 0,65 Meter, während die Röhren der von den Hochreservoiren nach der Stadt führenden Hauptleitung 0,75 Meter weit sind.

Unter den jüngeren Dampfmaschinen-Pumpwerken zur Wasserversorgung der Städte, wobei das Woolf'sche Maschinensystem sich glanzvoll bewährt, verdienen ganz besonders noch die beiden neuen (1868er) Maschinen der

1) Diese Hochreservoirs liegen in der Dresdener Haide an der Radeberger Chaussée bei der Oberförsterei „Fischhaus".

Berliner Wasserwerke genannt zu werden. Während die alten (Seite 636 besprochenen) eincylindrigen Balancier-Maschinen, mit Condensator und Meyer-scher Expansion (Band 1, Seite 446), aus dem Borsig'schen Etablissement hervorgegangenen Maschinen pro Stunde und pro Pferdekraft 5,3 Pfund Steinkohlen verbrennen, bedürfen die von der Firma Simpson & Co. in London (Grosvenor Road Pimlico, S.W.) unter sonst gleichen Umständen nur 2,33 Pfund desselben Brennmateriales [1]).

Wohl zu bemerken ist hierbei, dass diese Simpson'schen Maschinen je zwei verticalgestellte Cylinder (beziehungsweise von 60 und 40 Zoll engl. Kolbendurchmesser und von 8 Fuss und $5^1/_3$ Fuss Hub) haben, deren Kolbenstangen in 16 Fuss (grosser Cylinder) und 10 Fuss (kleiner Cylinder) Entfernung von der Balanciermitte an einer Seite des Balanciers aufgehangen sind, während sich an der anderen Seite die Lenkstangen für die Krummzapfenbewegung, sowie die Stangen für Haupt- und Filterpumpen befinden.

Diese (neuen) Maschinen sind darauf berechnet, dass sie mit $^1/_3$ Dampffüllung des kleinen Cylinders, also im Ganzen mit 10facher Expansion arbeiten. Die Umdrehzahl der Schwungradwelle soll $12^1/_2$ als Maximum pro Minute betragen und jede Maschine soll pro Stunde 180000 Gallon oder 818 Cubikmeter Wasser fördern.

Ein eigentliches Hochreservoir fehlt. Der auf dem Windmühlenberge (vor dem Schönhauser Thore) angebracchte sogenannte Druckthurm dient hauptsächlich als Regulirung für den mit dem Gange der Maschinen nicht gleichen Schritt haltenden Consum. Ueber letzteren Gegenstand und fast alle anderen Anordnungen des Werkes berichtet der (neuere) aus dem Jahre 1871 stammende Artikel in dem (unten) citirten Schilling'schen Journale. Wer die speciellen Constructionen der (neuen) Maschinenanlage studiren will, dem ist recht angelegentlich das Wiebe'sche Skizzenheft [2]), sowie auch der Engineering [3]) und Engineer [4]) zu empfehlen.

1) Schilling, Journal für Gasbeleuchtung, 14. Jahrg., 1871, S. 241.

Nach einem amtlichen Versuche des technischen Directors der Berliner Wasserwerke, des Herrn Henry Gill, am 9. August 1869, worüber Professor Wiebe im Jahrg. 1871 (Heft 1 und 2) seines Skizzenbuches ausführlich berichtet, betrug die durch die Verbrennung von 112 Pfund englischer Steinkohle entwickelte Arbeit, wenn der Wasserverbrauch nach der wirklichen Messung der Filterbettungen und Reservoirs berechnet wurde, über 112 Mill. Fusspfund, genauer 112 500 000 Fusspfund, d. i. pro 1 Pfund Steinkohle 1 004 464 Fusspfund, so dass der Kohlenverbrauch pro Stunde und pro Maschinen-Pferdekraft beträgt:

$$\frac{550 \cdot 60 \cdot 60}{1004464} = \frac{1980000}{1004464} = 1{,}97 \text{ Pfund.}$$

Wohl beachtet, ist dies das Resultat von Versuchen, die gewiss unter den günstigsten Umständen angestellt wurden, nicht aber (wie oben) die Durchschnittszahl aus den Resultaten zweimonatlich (Februar und März 1870) ununterbrochen dauernder Arbeiten.

2) Heft LXXII. und LXXIII. der ganzen Reihe.

3) Vol. X. 1870, pag. 260—262.

4) Juli bis December 1870, pag. 208—212.

Den Schluss unserer Mittheilungen über neuere durch Dampfmaschinen betriebene Pumpwerke zur Wasserversorgung der Städte mag folgende kurze Notiz bilden, welche sich auf die neue Wasserwerkanlage der Stadt Hannover bezieht, indem das S. 431 beschriebene (von Kirchweger construirte) sonst vortreffliche Werk mit sogenannten Differenzialpumpen nicht im Stande war, der unglaublich rasch zunehmenden Bevölkerung (incl. Linden jetzt rund 160000 Einwohner) hinreichendes Trink- und Brauchwasser zu liefern [1]). Das neue Werk wurde 1876 begonnen und 1878 vollendet.

Nach Baurath Salbach's Vorgange (Seite 426), für die Städte Halle und Dresden, wurde auch für Hannover das erforderliche (reine) Wasser durch sogenannte Sammelrohre von 800 mm Durchmesser gewonnen, welche man auf 918 m Länge unter dem Bette des Leineflusses oberhalb der Stadt, unweit des Dorfes Ricklingen, in 7,7 m Tiefe unter dem Erdboden gelegt hatte.

An der nahen Pumpenstation mündete der Sammelrohrstrang in einem Hauptbrunnen, woraus die Wassermasse von 18,94 cbm pro Minute in zwei Druckrohren von je rund 2300 m Länge und von 600 mm lichter Weite einem grossartigen Sammelbassin auf dem unmittelbar vor der Stadt gelegenen Lindener Berge zugeführt und dabei auf 50,50 m vertikale Höhe gefördert werden muss.

Zum Betriebe dreier unmittelbar nebeneinander angebrachten Wasserpumpen dienen correspondirend drei Woolf'sche Maschinen, wobei der Hochdruckcylinder 530 mm, der Niederdruckcylinder 930 mm Durchmesser besitzt und der gemeinschaftliche Hub 1400 mm beträgt. Der Betriebsdampfdruck beträgt 5 Atm. über Luftdruck, die Maschinen leisten ihre Normalarbeit bei 24 Schwungradumläufen pro Minute und $12\frac{1}{2}$ bis 13 Procent Füllung im kleinen Cylinder.

Die doppeltwirkende Hauptpumpe ist mit Rothguss-Cylinder von 500 mm Durchmesser ausgeführt, hat vertikale Aufstellung, wozu zwischen Dampfmaschinen und Pumpe ein Kunstkreuz mit Hebelarmen von 1400 mm und 750 mm eingeschaltet, so dass sich der Pumpenkolbenhub in dem Verhältnisse von $\frac{15}{28}$ verkürzt.

Zur Versorgung der Betriebsmachinen mit Dampf dienen drei grosse Fairbairn-(Lancashire-)Kessel von je 2,14 m Durchmesser und 8,0 m Länge, während die Durchmesser der (gleichlangen) Feuerrohre vorn 0,84 m und hinten 0,78 m betrugen.

Die Zahl der sogenannten Wasserpferde [2]) des Werkes berechnet sich für eine minutliche Wassermenge von 18,94 cbm [3]) und bei der Förderhöhe von 50,50 m zu $\frac{18,94 \,.\, 50,5}{4,5} = 212,55$.

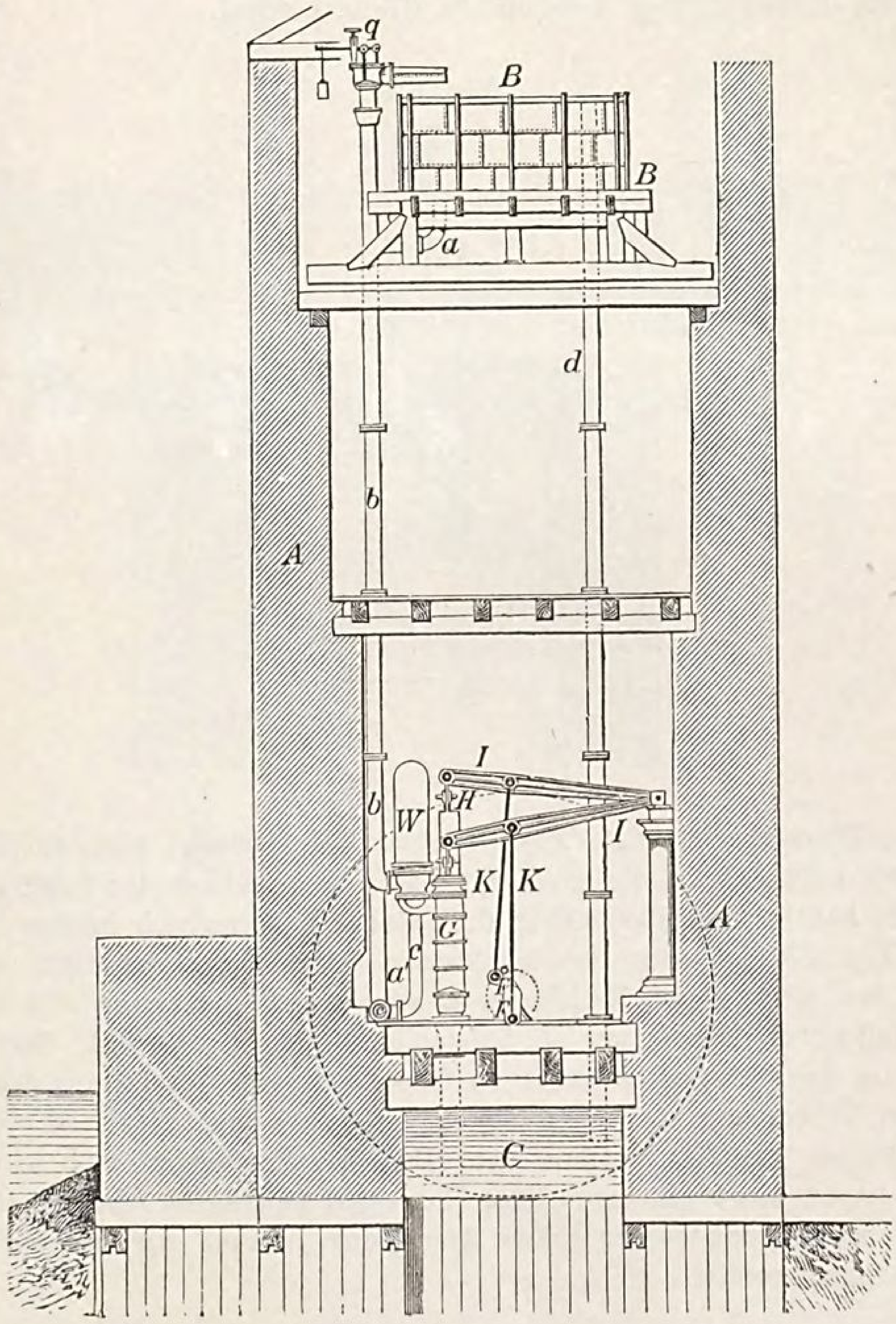
1) Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins, Jahrg. 1880 (Bd. 26), S. 189 unter der Ueberschrift: „Das neue Wasserwerk der königl. Residenzstadt Hannover", entworfen vom Stadtbaurath Berg etc.

2) Ein Wasserpferd = 75 Meter-Kilogr. in der Secunde, gemessen im geförderten Wasser, also $\frac{18,94 \,.\, 50,50}{4,5} = 212,55$.

3) Die allerjüngste Zeit hat gelehrt, dass auch dieses neueste Wasserwerk für die Bevölkerung, Verkehr etc. der Stadt Hannover nicht mehr ausreicht, viel-

Von ausschliesslich durch Wasserräder betriebenen Pumpwerken zur Wasserversorgung von Städten wird es (für unsere Zwecke) hinreichen, nur nachbemerkte drei ausführlicher zu besprechen, die jedes in constructiver Hinsicht eine ganz besondere Beachtung verdienen. Das eine ist die sogenannte Wasserkunst der Residenzstadt Hannover, vom Maschinendirector Kirchweger daselbst entworfen und (1848) ausgeführt, das

Fig. 374.

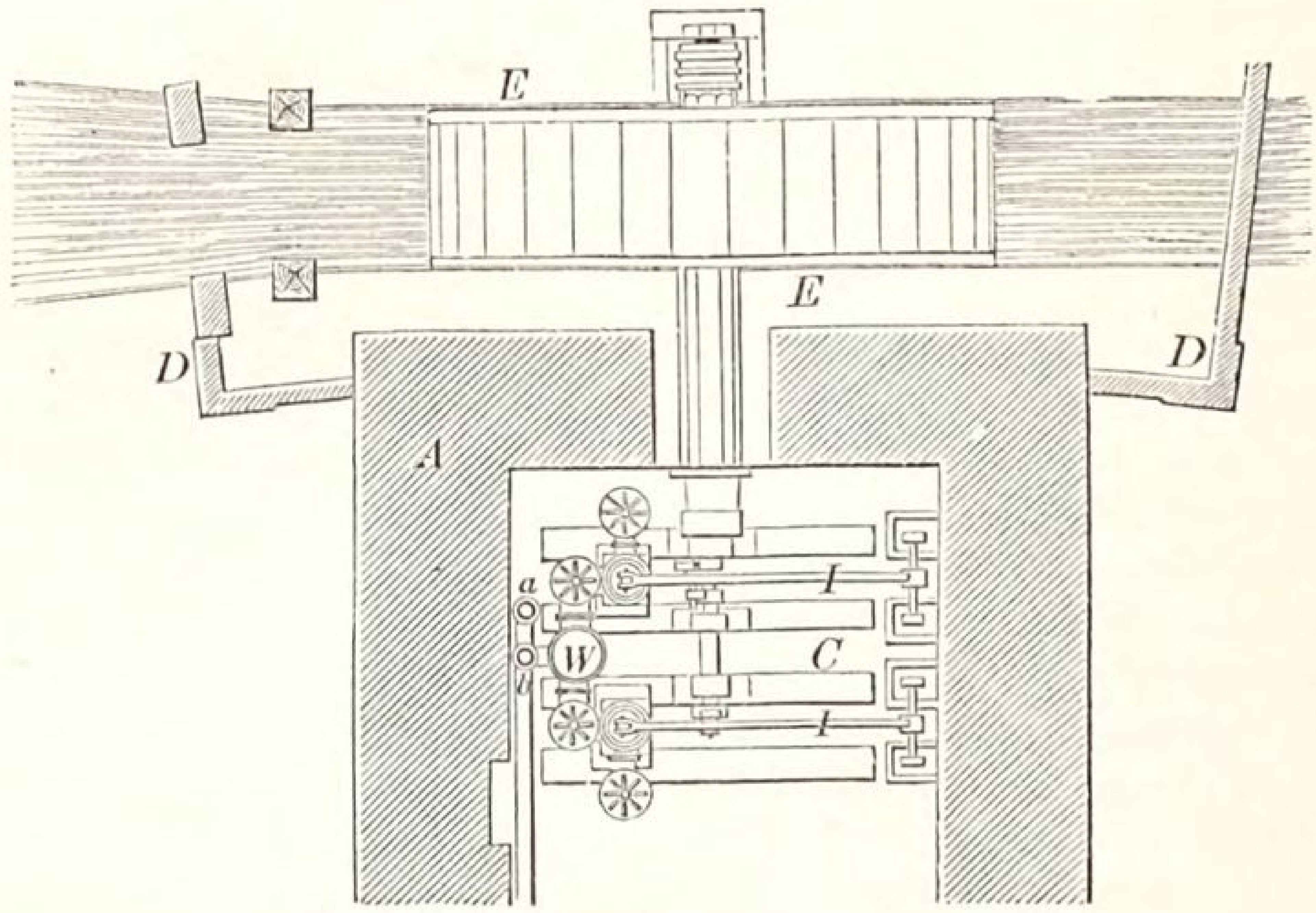


mehr eine Erweiterung dringend geboten ist. Man sehe hierüber die Mittheilungen des gegenwärtigen Stadt-Baurathes Bokelberg im Jahrgange 1885, S. 512 der Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins.

andere ist die Anlage des verstorbenen Ingenieurs Girard zu Saint Maur bei Paris, welche das grossartige Reservoir von Menilmontant mit Wasser aus der Marne speist, und das dritte endlich das Turbinen-Pumpwerk in Letten zur Wasserversorgung der Stadt Zürich, was erst 1878 vollständig in Betrieb gekommen ist.

Das Hauptsächliche der Hannoverschen Pumpwerk-Anordnung lassen die Fig. 374—376 (alte Aufl. 472 bis incl. 474) erkennen, zu deren Erläuterung Folgendes dienen wird.

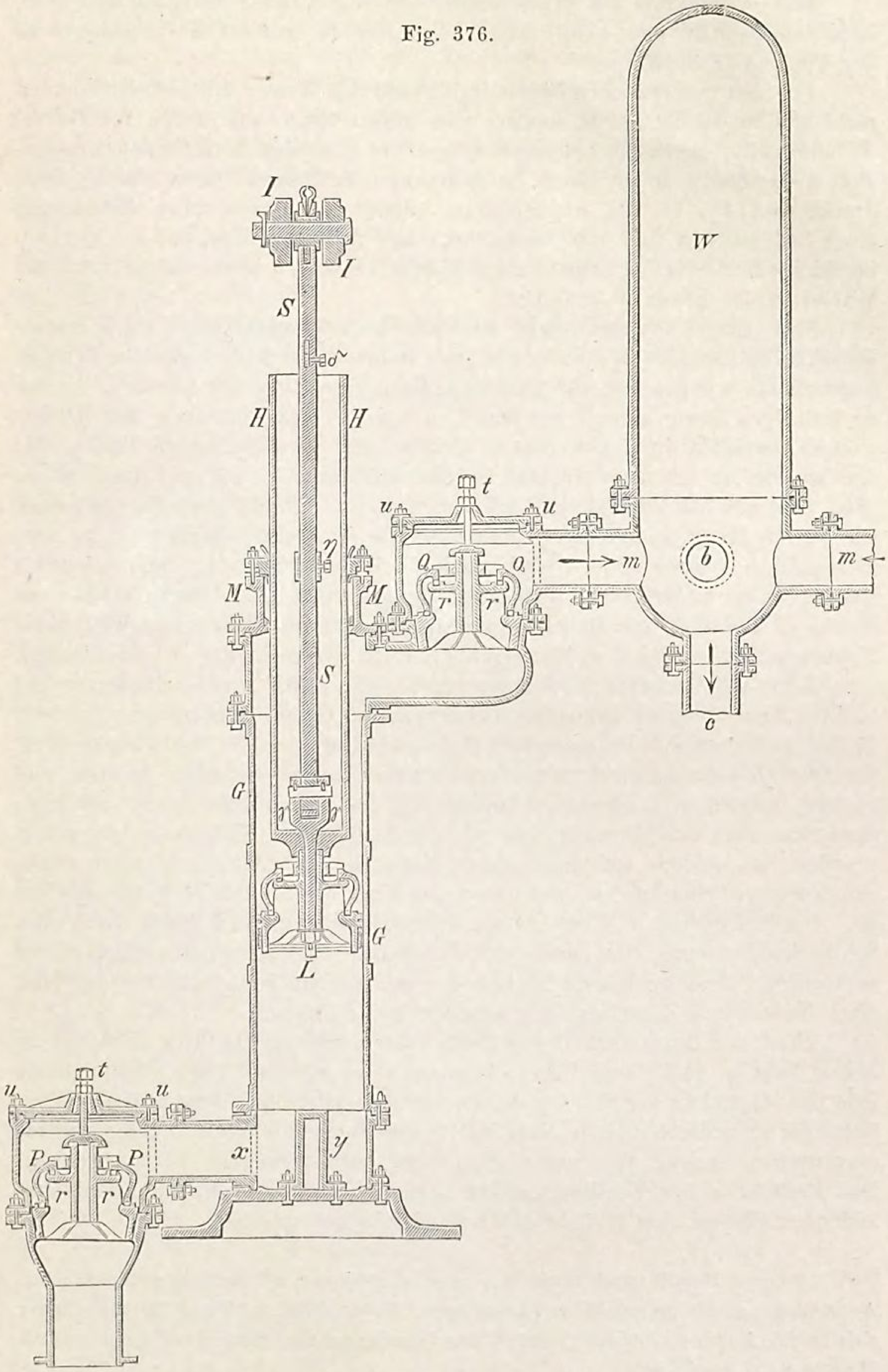
Fig. 375.



Der Wasserthurm AA, Fig. 374 und 375, befindet sich auf derselben Stelle, wo bereits 1535 die sogenannte alte Wasserkunst der Stadt Hannover gestanden hat[1]). Derselbe enthält drei Stockwerke, wo sich in dem untersten das in Fig. 376 in grösserem Maassstabe gezeichnete Pumpwerk aufgestellt und in dem oberen ein Nothbassin B angebracht findet, von 398 Cubikfuss (9,95 Cubikmeter) Inhalt, was als Sammelbehälter benutzt wird. Die Pumpen saugen aus einer Wasserkammer C, welche durch einen Canal mit dem Leinewasser in Verbindung steht. In einem Vorbaue befindet sich ein Wasserrad mit niedrigem Kropfe, welches vom Leinewasser beaufschlagt wird. Zum Wasserpumpen dient ein vereinigtes Saug- und Druckwerk der bereits S. 600 besprochenen Kirchweger'schen Anordnung, worauf wir nachher speciell zurückkommen werden.

1) Ausführlich über die ganze Anlage berichtet unter der Ueberschrift: Die Wasserkunst der Residenzstadt Hannover, ein Aufsatz des Verfassers im Jahrgange 1858, S. 275—292.

Fig. 376.



Die Umdrehkraft des Wasserrades wird direct durch Krummzapfen FF, Lenkstangen KK und einarmige Balanciers JJ auf die Kolbenstangen H der Pumpen G übertragen.

Für den gewöhnlichen Dienst treibt man das Wasser mittelst der Pumpen nicht erst in das Bassin B, sondern von beiden Seiten aus in den Windkessel W und weiter durch ein Leitungsrohr c direct nach den betreffenden Ausgussstellen der Stadt. In letzterem Falle arbeiten die Pumpen unter einem Ueberdrucke von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Atmosphären. Steigt der Druck durch Schliessung einer bedeutenden Zahl von Zweigröhren und Ausgussstellen, und ist oberhalb im Steigrohre b ein (geeignet angebrachtes) Ventil q geöffnet, so wird das Wasser in das Bassin B gefördert.

Wie bereits erwähnt, dient letzteres Bassin hauptsächlich als Vorrathsbehälter für den Fall der Noth, um auch während des Stillstandes der Pumpen augenblicklich und schon ehe letztere in Gang gesetzt werden konnten, Wasser an bedrohten Orten schnell zur Hand zu haben. Die Abführung des Bassinwassers geschieht in einem dem b ganz parallel niedergehenden Rohre, wie dies namentlich aus dem Grundrisse (Fig. 375) erhellt, während im Aufrisse (Fig. 374) nur der Abzweigtheil zu bemerken ist. Endlich befindet sich noch am oberen Bassinrande eine Oeffnung, welche, um ein Ueberfliessen zu vermeiden, dem Wasser einen Abfall durch die Röhre d gestattet, wenn sich das Bassin B bis zur Höhe der Ausflussmündung gefüllt hat. Oberhalb links am Bassin B ist noch ein Hebel q angedeutet, der als Belastungsmittel eines Sicherheitsventiles dient, welches das obere Ende der Steigröhre b verschliesst [1]).

Zum Verständnisse des Pumpwerkes (Fig. 376) wird (mit Bezug auf S. 431) Nachstehendes genügen. Es bezeichnet G den massiven Stiefel (von 15 Zoll hannoversch [2]) Durchmesser, H den Plunger von $10\frac{5}{8}$ Zoll Durchmesser. Letzterer Kolben ist noch mit einem zweiten L fest vereinigt, welcher vermittelst gehöriger Liederung luftdicht an die innere Stiefelwand schliesst, ausserdem aber durchbrochen und mit einem Glocken- oder Doppelsitzventile versehen ist, welches sich nach oben öffnet. Bei M geht der Plunger durch eine geeignete Stopfbüchse, welche an den Kopf des Stiefels G festgeschroben ist. Die Kolbenstange S besteht aus Schmiedeeisen und ist diese durch eine Schliesskappe, deren Ort durch die Buchstaben $\delta\lambda\eta$ angedeutet sind, mit S so vereinigt, dass geeignetes Anziehen von Futterstücken (bei γ) vermittelst eines Nasen- und Zugkeiles vorgenommen werden kann.

P ist das Saug- und Q das Steig- oder Druckventil. Der Sitzkörper r beider Ventile wird durch Druckschrauben t an seinem Platze gehalten. In jede der Sitzstellen der Glockenventile hat man schwalbenschwanzförmige Vertiefungen eingedreht und in diese Ringe von Gutta-Percha als Dichtungsmittel eingetrieben, welche sich unter allen Umständen vorzüglich bewährt haben. Den Deckeln u der Ventilkasten hat man durch Anbringen von radial auslaufenden Rippen eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegeben.

1) Diese Details und noch ein sehr sinnreicher selbstthätiger Sicherheits-Apparat gegen zu grosse Wasserpressungen, finden sich auf Tafel VI der vorher citirten Mittheilungen (Jahrg. 1858) des Hannoverschen Gewerbe-Vereins nach Maassstab gezeichnet.

2) 1 hannov. Zoll = 24,4 Millimeter. 1 Meter = 3,424 Fuss hannov.

Aus sorgfältigen Versuchen, die seiner Zeit vom Maschinendirector Kirchweger und mir angestellt wurden[1]), geht hinsichtlich der Grösse der zur Bewegung des ganzen Pumpwerkes erforderlichen Arbeit Nachstehendes hervor.

Zum Aufziehen des Pumpenkolbens und des Plungerkolbens[2]) ist, bei 50,75 Fuss totaler Förderhöhe, eine Kraft von 2768,581 Pfunde erforderlich. Für den Niedergang berechnet sich diese Kraft zu 1965,338 Pfund. Da nun jeder Kolbenhub 4 Fuss beträgt, so ergiebt sich für jeden Doppelhub eine mechanische Arbeit von:

$$(2768{,}581 + 1965{,}338)\ 4 = 18935{,}676 \text{ Fuss-Pfund},$$

folglich, da zwei Stiefel vorhanden sind, die aufzuwendende Arbeit pro Doppelhub 37871,352 Fuss-Pfund.

Da ferner die Zeit eines Doppelspieles 4,615 Secunden betrug, so erhält man (die Maschinenpferdekraft zu 550 Fuss-Pfund gerechnet) schliesslich:

$$\frac{37871{,}352}{4{,}615 \,.\, 550} = 14{,}90 \text{ Pferdekräfte.}$$

Berechnet man ebenso die zur Bewegung des ganzen Pumpwerkes erforderliche Arbeit, ohne Beachtung der passiven Widerstände, so erhält man (den hannoverschen Cubikfuss Wasser = 53,2 Pfund gerechnet):

$$\frac{2 \,.\, 53{,}20 \,.\, 1{,}227 \,.\, 50{,}75}{550} \,.\, \frac{4{,}0}{4{,}615} = 10{,}45 \text{ Pferdekräfte.}$$

Hiernach verzehren sämmtliche passiven Widerstände höchstens eine Arbeit von 30 Procent, was als ein durchaus günstiges Resultat zu betrachten ist.

Zur Beurtheilung des Wirkungsgrades der Pumpe allein wurde beobachtet, dass sich das Bassin *B* von 398 Cubikfuss Rauminhalt in der Zeit von 6 Minuten 55 Secunden füllte, wobei das Wasserrad 45 Umläufe machte. Da sich nun für beide Pumpen die (theoretische) Wassermenge zu 9,816 Cubikfuss berechnete[3]), so ergiebt sich der Wirkungsgrad = $\mathfrak{g}$ der Pumpen zu:

$$\mathfrak{g} = \frac{398{,}0}{9{,}816 \,.\, 45} = 0{,}90,$$

oder zu 90 Procent.

Es ist zu bedauern, dass dies schöne Werk, ungeachtet der Herstellung einer zweiten, ganz gleichen Pumpenanlage, für den jetzigen grossen Bedarf der bis zu 120000 Köpfen angewachsenen Einwohnerzahl der Residenzstadt Hannover nicht mehr ausreicht, dass auch die Leine zu wenig Aufschlagwasser für die Wasserräder (namentlich zur Sommerzeit) abzugeben vermag und dass endlich kein reines, sondern nur schmutziges Leinewasser geliefert werden kann.

Die Herstellung einer grossen Dampfpumpen-Wasserkunst, welche möglichst reines Quellwasser liefern soll, wurde seitdem projectirt und im

1) Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins a. a. O. S. 279.

2) Der Querschnitt des Pumpenkolbens *L* beträgt 1,227 Quadratfuss, der des Plungers *H* aber 0,615 Quadratfuss.

3) Da der grosse Kolben (*L*) 15 Zoll Durchmesser hat und dessen Hub 4 Fuss beträgt, der Plunger (*H*) aber den halben Querschnitt von *L* besitzt, so berechnet sich für eine der Pumpen pro Wasserradumgang die theoretisch geförderte Wassermenge zu 1,227 × 4 = 4,908 Cubikfuss, also für beide vorhandene Pumpen zu 9,816 Cubikfuss.

Jahre 1878 vollendet dem Betriebe übergeben. Ueber dieses Werk wurde bereits Seite 430 so viel berichtet, als dies Zweck und Umfang unseres Buches gestatteten.

Fig. 377.

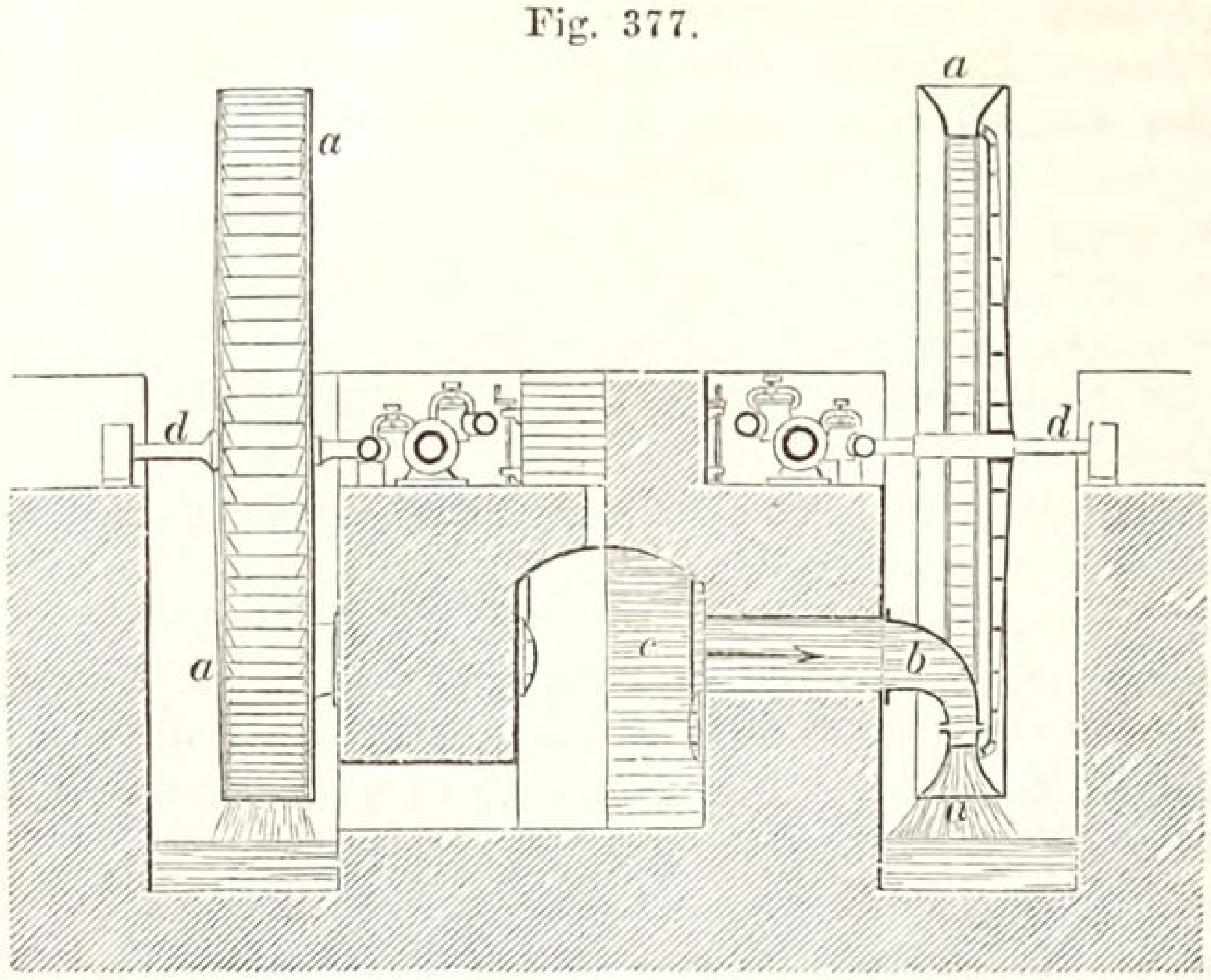
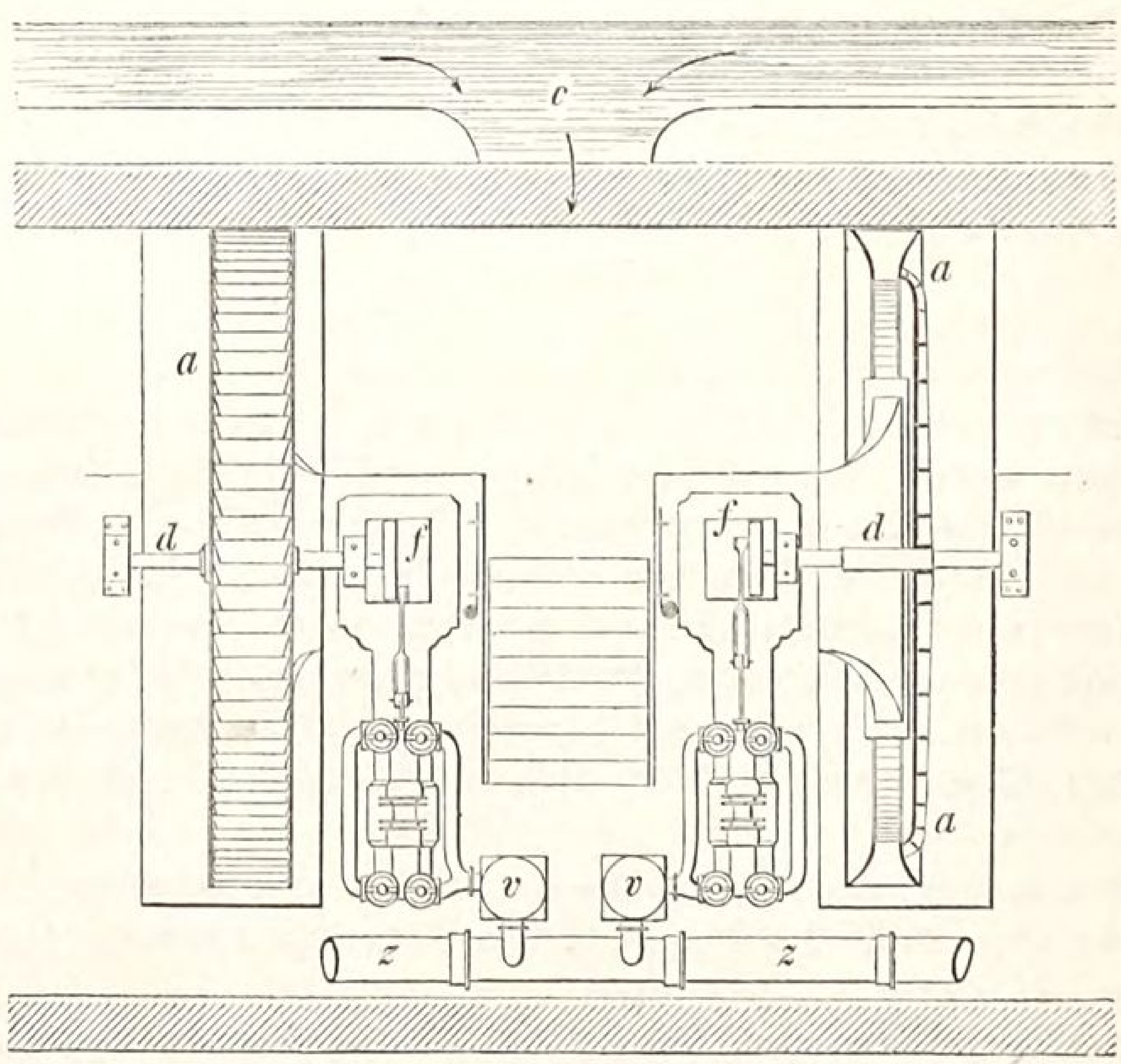


Fig. 378.



Das zweite genannte, nämlich Girard's Pumpwerk zum Speisen des Wasserreservoirs zu Menilmontant bildet eine der grossartigsten und interessantesten Anlagen der Neuzeit und bedauert der Verfasser nur, hier keinen

Raum gehabt zu haben, um ein Gesammtbild des selbst malerisch merkwürdigen Werkes hier aufnehmen zu können, wie sich solches (nach photographischer Aufnahme) in der unten notirten Schrift Girard's vorfindet[1]).

Sechs colossale Partialturbinen mit horizontaler Achse, Schwammkrugturbinen[2]), richtiger Poncelet-Wasserräder (Bd. 1, S. 280) mit turbinenartiger Beaufschlagung des Wassers, sind in drei Gruppen zu je zwei, wie Fig. 377 im Aufrisse und Fig. 378 im Grundrisse erkennen lässt, neben einander aufgestellt, wovon jedes Rad direct unter Benutzung von Krummzapfen *f* und Lenkstange ein Paar Girard'sche einfachwirkende Pumpen treibt.

Jedes der Wasserräder *aa* hat nicht weniger als 11,60 Meter (38 Fuss englisch) Durchmesser und soll eine Gesammtarbeit von 120 Pferdekräften auf seine Horizontalwelle *d* übertragen. Das Wasser der Marne wird in geeigneten Canälen *cc* zugeführt und tritt, unter einem Gefälle von 4 bis 5 Metern, in gehörig gekrümmten Einfallsröhren *b* (die zugleich mit entsprechenden Leitschaufelapparaten versehen sind) in die Räder *aa*, deren Güteverhältniss zu 0,60 angegeben wird[3]).

Eine der Pumpen dient zur Versorgung des Bois de Vincennes und pumpt täglich circa 12400 Cubikmeter Wasser in den See von Grevelle, welcher 33,3 Meter über dem Marnespiegel liegt. Die anderen 5 Pumpen (und Wasserräder) fördern in das Reservoir zu Menilmontant durch eine 7700 Meter (7,7 Kilometer) lange Leitung *zz* von 82 Centimeter Röhrenweite auf 70 Meter Höhe über dem Marnespiegel[4]). Jetzt soll man die Absicht haben, das Marnewasser durch Anlage eines Filterbassins vor dessen Eintritt in die Pumpenkammern zu reinigen[5]).

1) Girard, Projet d'Élevation d'eau de Saint-Maur. Paris 1863.

2) Bd. 1, S. 337, Note 1.

3) Aehnliche Turbinen für ein Gefälle von 135 bis 140 Meter findet man besprochen und durch schöne Abbildungen erläutert im 21. Bd. (oder Bd. 1 der neuen Reihe) von Armengaud's Publication industriel (1874), pag. 461, Pl. 35.

4) Vorstehende Angaben entlehnte der Verfasser einem längeren Artikel im XIII. Jahrgange (1870), S. 673 des Schilling'schen Journals für Gasbeleuchtung. Nach Angaben Colburn's und Maw's in deren Werke: „The Water Works of London“, pag. 103, wird angegeben, dass das Reservoir von Menilmontant 10000 Cubikmeter Wasser fasse und 82,61 Meter über der niedrigsten Wassermarke der Seine liege. Der obere Theil dieses Reservoirs wird übrigens (mit Trinkwasser) von dem Flüsschen Dhuys gespeist, dessen Wasser man aus einer Entfernung von 134000 Meter (134 Kilometer) herbeiführt.

5) Das Neueste, was der Verfasser über die Wasserversorgung von Paris erhalten konnte, findet sich nicht in dem citirten Schilling'schen Journale von 1870, sondern bei Colburn und Maw von S. 101 an unter der Ueberschrift: „The Water supply of Paris.“ Hiernach rechnete man (1866) auf die 1700000 Köpfe betragende Einwohnerzahl von Paris einen täglichen Wasserverbrauch von 240000 Cubikmeter, was pro Kopf reichlich 141 Liter ausmachen würde.

Dies Wasser wird mittelst Dampfpumpen aus der Seine, der Marne und dem Canale de l'Ourcq gefördert, durch die Flüsschen Dhuys und Vanne und aus anderen Quellen zugeführt, sowie durch die artesischen Brunnen in Passy und Grenelle gewonnen.

Beiläufig werde noch auf die Wasserversorgung der Stadt Gera durch ein horizontales Pumpwerk aufmerksam gemacht, welches durch ein in den Elsterfluss gebautes, 22 Fuss hohes und ebenso breites Sagebien'sches Kropfrad in Bewegung gesetzt wird. Eine geeignete Zahnradtransmission bewirkt, dass die Pumpen 12 bis 16 Hübe pro Minute machen, während das Wasserrad $\frac{12}{9}$ bis $\frac{16}{9}$ Umläufe verrichtet. Ganz eigenthümliche Verhältnisse veranlassten die Wahl eines Sagebien'schen Rades, insbesondere, da nur auf ein Gefälle von 12 bis 13 Zoll zu rechnen war, während sich die pro Secunde zufliessende Betriebswassermenge von 132 Cubikfuss bis auf 20 verändern konnte. Der Constructeur und Erbauer dieses beachtenswerthen Werkes, welches das natürliche Elsterwasser in ein Hochreservoir fördert, ist der Maschinenfabrikant Moritz Jahr in Gera[1]).

Das drittte bedeutsame der S. 432 genannten Wasserwerke, das der Stadt Zürich, übertrifft zur Zeit an Grossartigkeit Alles, was das europäische Continent aus diesem Gebiete aufzuweisen hat.

Bis zum Jahre 1877 besass Zürich an zwei verschiedenen Stellen Wasserpumpwerke mit horizontalliegenden Pumpen nach Girard's System (S. 376, Fig. 338 und 339). Das eine dieser Werke befand sich in der Mitte der Stadt (am oberen Mühlenstege), das andere an der sogenannten Platzpromenade [woselbst man das grösste Hauptgebäude, die Industriehalle der Schweizer Landes-Ausstellung von 1883, errichtet hatte[2])], zwischen den Flüssen Limmat und Sihl gelegen. Das erstere Werk wurde durch ein grosses Kropfrad (System Sagebien, Bd. I, S. 350, zweite Auflage) und überdies durch eine Dampfmaschine von 45 Maschinenpferden betrieben. Das zweite Werk hatte als Motor zwei Dampfmaschinen von zusammen 80 Pferdekräften. Diese beiden Werke zu einem einzigen zu vereinigen und zugleich (den immer steigenden Bedürfnissen entsprechend) das Ganze erheblich zu vergrössern, endlich auch den Dampfbetrieb ganz entbehrlich zu machen, führte zu der jetzigen grossartigen Anlage unterhalb der Stadt am rechten Ufer der Limmat bei der Ortschaft Letten[3]).

Das ganze Werk verdankt sein Entstehen dem Zusammenwirken des Herrn Dr. med. Bürgli-Ziegler (Stadtbaumeister in Zürich, jetzt Oberingenieur der neuen Quaibauten am Züricher See) und der Maschinenfabrik von Weltruf, der Herren Escher, Wyss & Comp.

Durch den Einbau eines sogenannten Nadelwehres[4]) (am Ende der erwähnten Platzpromenade, stromabwärts der Limmat) wurde eine Wasserkraft

1) Ueber das durch ein Sagebien'sches Wasserrad getriebene Wasserpumpwerk (sowie über die Sagebien'schen Wasserräder) handelt ein Aufsatz des Verfassers im Hannoverschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe vom 7. Aug. 1869, S. 256. Sagebien's Kropfrad findet sich ferner besprochen in Bornemann's Civil-Ing. 1859, S. 78.

2) Hannoversches Gewerbeblatt, Jahrgang 1883, S. 393 etc.

3) Eine Abbildung des Grundrisses dieser ganzen Anlage findet sich in Nr. 7 des Hannoverschen Gewerbeblattes vom 29. März 1884, S. 97 etc.

4) Nach dem französischen Ingenieur Poirée (Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1882, S. 514 etc.).

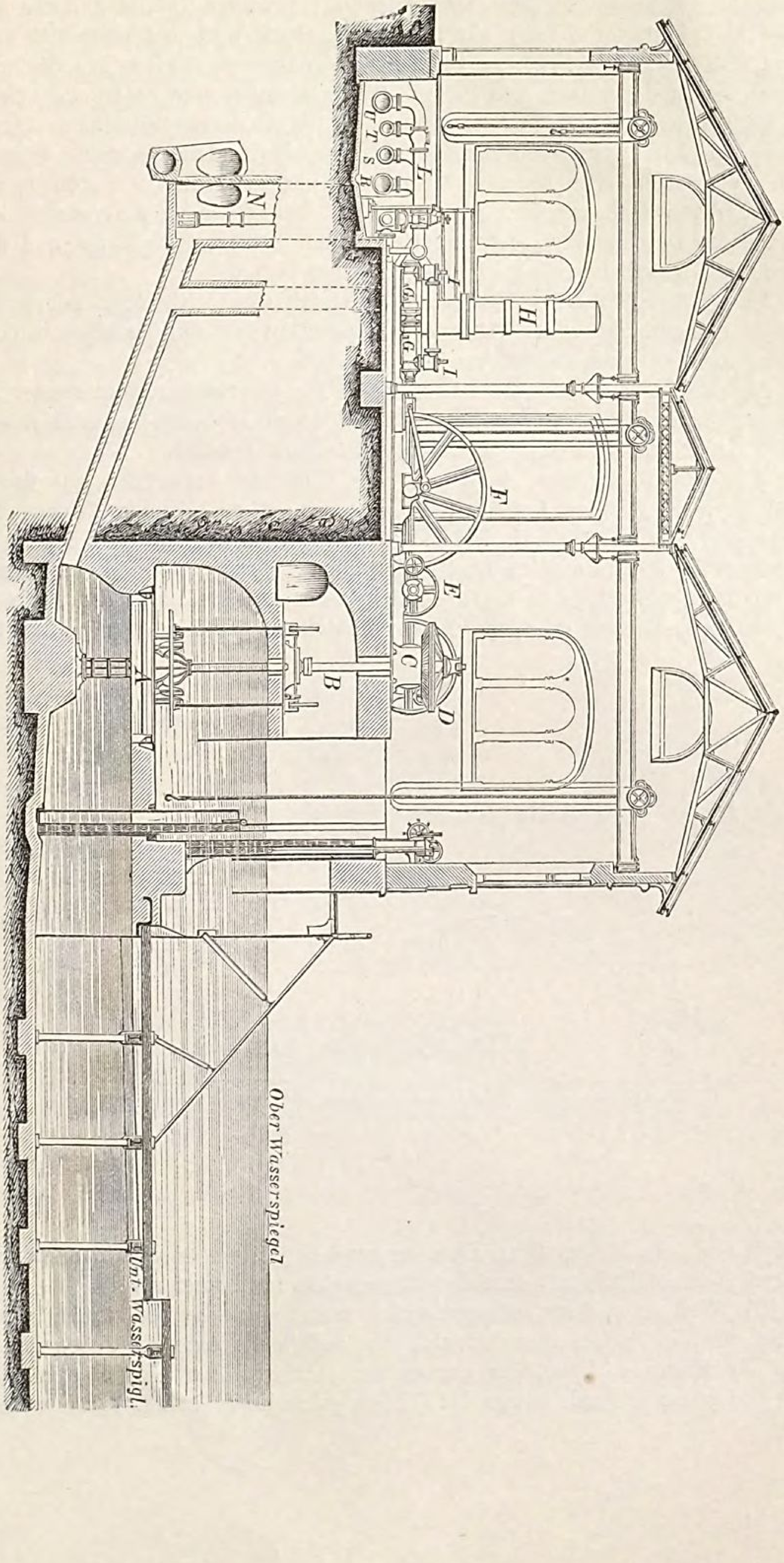


Fig. 379.

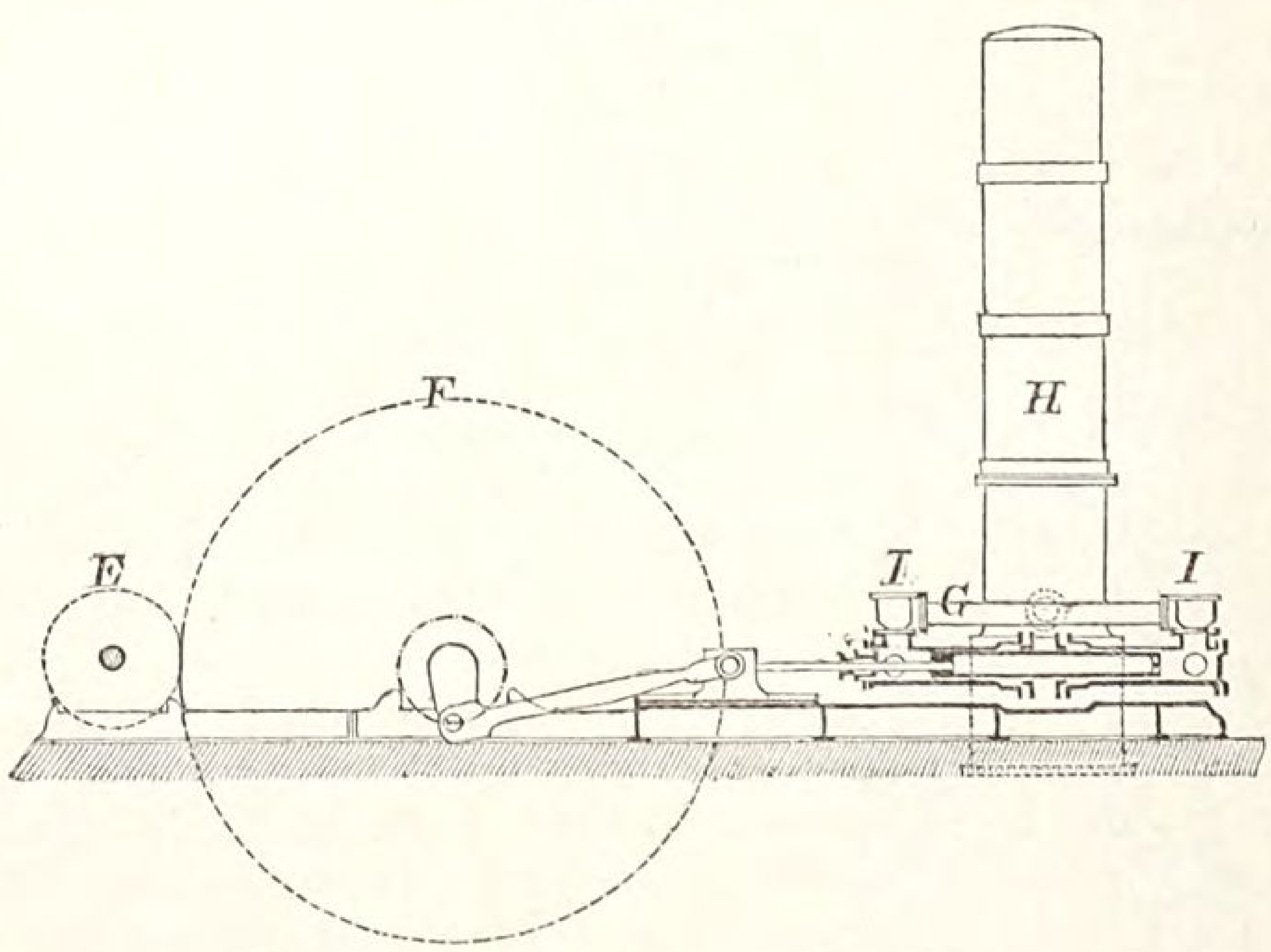
gewonnen, welche bei kleinem Wasserstande 3,20 Meter Gefälle und pro Secunde 30 Cubikmeter Wasser zur Disposition stellte und bei mittlerem und hohem Wasserstande 1,45 Meter Gefälle 66 Cubikmeter Wasser pro Secunde betrug. Es ist daher in beiden Fällen, rund gerechnet, eine natürliche Arbeit von 1300 Maschinenpferden vorhanden, die durch Reactionsturbinen (nach Henschel-Jonval) zu 900 Maschinenpferdekräften nutzbar gemacht werden kann. Vorhanden sind hierzu 10 Turbinen mit ausserdem 2 Turbinen als Reserve, deren jede mit drei concentrischen Schaufelringen ausgestattet ist. Der äussere Durchmesser jeder dieser Turbinen beträgt 3,60 Meter und die Zahl ihrer Umläufe ist (durchschnittlich) 25 pro Minute.

In welcher Weise die Pumpen (horizontalliegende Cylinder mit sogenannten Plungerkolben nach Girard's Disposition) mit den Turbinen in Verbindung gebracht sind, erhellt aus Fig. 379—381.

Sämmtliche Turbinen und zugehörigen Pumpen sind nebeneinander in einer stattlichen Reihe aufgestellt, so dass das ganze Maschinenwerk selbst für den Laien einen schönen, grossartigen Eindruck gewährt.

Mit dem Buchstaben *A* ist eine der Turbinen bezeichnet, auf deren Welle *B* ein Kegelrad *C* festgekeilt ist und wodurch auf einander folgend die Zahnräder *D*, *E* und *F* in Umdrehung gesetzt werden können. Auf der Welle des Stirnrades *F* sind endlich die Krummzapfen befestigt, deren Lenkstangen mit den Plunger-Pumpen *G G*, *H* derartig verbunden sind, wie das aus den folgenden Abbildungen (nach grösserem Maassstabe gezeichnet) Fig. 380 im

Fig. 380.



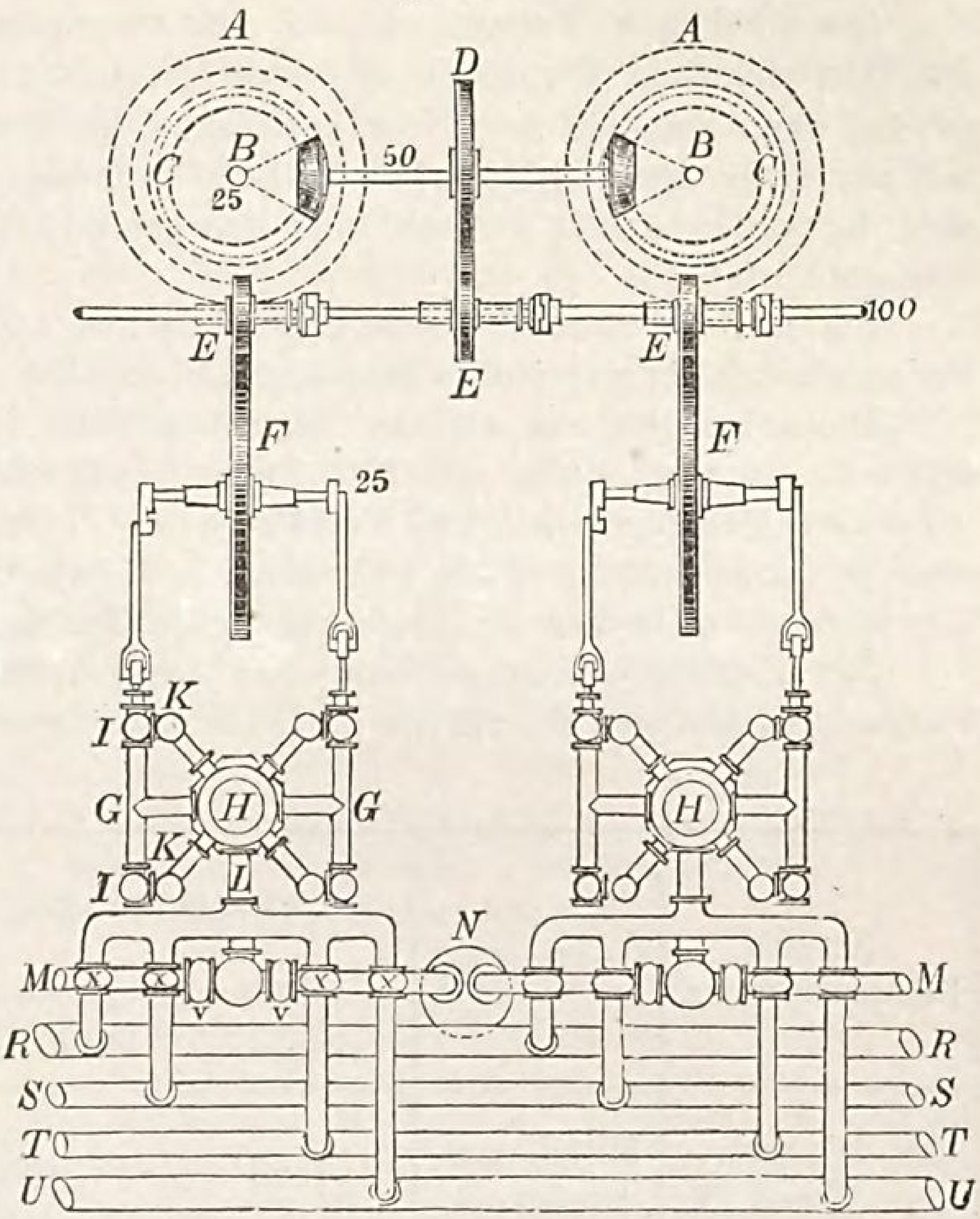
Aufrisse und Fig. 381 im Grundrisse, zu ersehen ist, wo überall in allen drei Figuren gleiche Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet sind.

Die Welle der Pumpenkrummzapfen macht eben so viel Umläufe pro Minute wie die Turbinen, wobei sich die auffallende Art der Uebersetzung durch die genannten Zahnräder nur dadurch erklärt, dass man eine einzige durch die ganze colossale Länge des Werkes gehende Welle *E E* haben wollte,

die man einerseits mit jeder der Turbinen, andererseits mit jeder der vorhandenen Pumpen verkuppeln konnte.

Das zu fördernde Wasser wird dem Brunnen *N* entnommen und gelangt durch das Saugrohr *M* und den Windkessel *H* in die Pumpen *G*, um von diesen durch die Druckventile *I*, den Windkessel *H* und das Druckrohr *L* beziehungsweise nach den Wasserleitungsröhren *R*, *S*, *T* oder *U* gedrückt zu werden.

Fig. 381.



Die Schieber (Wasserschieber) *X* dienen dazu, das Druckrohr *L* beliebig mit den Röhren *R*, *S*, *T* oder *U* in Communication zu setzen. Ueberdies sind noch Wasserschieber *V* (Figur 381) eingeschaltet, um nach Bedarf das Wasser aus zwei benachbarten Brunnen entnehmen zu können.

Drei Hochreservoirs und ein sogenannter Weiher dienen zur Aufnahme des geförderten Wassers. Diese Sammelbassins liegen über dem Wasserspiegel im Saugbrunnen der Pumpen in folgender Höhe:

Das Reservoir für die Hochdruckleitung	. . .	149,5 m,
„ „ „ „ Mitteldruckleitung	. . .	90,5 „
„ „ „ „ Niederdruckleitung	. . .	45,5 „

Endlich befindet sich der Weiher für die Triebwasserleitung in 160,5 m Höhe über dem Wasserspiegel der Saugbrunnen.

Als Ergänzung vorstehender Mittheilungen diene noch Folgendes:

Die Fassung des Wassers geschieht in einem 63 m langen und 18 m breiten im Flussbette der Limmat eingelassenen Sandfilter, dessen Mitte 95 m von der oberen Seite der (städtischen) Münsterbrücke und 40 m von der Ufermauer des Sonnenquais (oberhalb der Münsterbrücke) ab liegt. Das filtrirte Wasser leitet eine ebenfalls im Flussbett eingegrabene und mit 1—2 m Sand bedeckte Leitung von 60 Centimeter Lichtweite zum Pumpwerk in Letten. Leider zeigte sich in jüngster Zeit diese Leitung theilweis undicht, so dass

man, da noch andere Uebelstände hinzutraten, eine ganz andere durchgreifendere Filtration in Aussicht genommen hat[1]).

Schliesslich hält sich der Verfasser der Allgem. Maschinenlehre noch hoch verpflichtet, sowohl der Firma Escher, Wyss & Co. in Zürich, als (besonders) auch dem Stadtingenieur Herrn W. Burkhard-Streuli daselbst seinen innigsten Dank für die ihm über die Züricher Stadtwasserkunstanlage (in Letten) zugesandten Angaben, Werkzeichnungen der Maschinen etc., hiermit öffentlich auszusprechen.

Die arbeitenden Pumpen sind mit den correspondirenden Turbinen, nach der Darstellung in Fig. 379, zu einem (sogenannten) Systeme verbunden, wovon, wenn man sie der Reihe nach mit I bis X beziffert, zur Zeit (1884) sich nur sechs dieser Systeme im Betriebe befinden, wobei zu bemerken ist, dass die vollständige Ausführung der ganzen Anlage für das Jahr 1900 berechnet ist.

Bei den im Betriebe befindlichen 6 Systemen (Nr. IV. bis IX.) ergaben übrigens sorgfältig angestellte Messungen Folgendes:

Die Arbeitsleistung, auf der liegenden Welle *EE* (Fig. 381) gemessen, ergab ein Güteverhältniss von 73½ Procent, während die Messungen an den vertikalen Turbinenwellen dies Verhältniss zu 77 Procent herausstellten und zwar im ungünstigsten Falle, wo nämlich bei hohem Gefälle und kleiner Wassermenge einer der drei concentrischen Turbinenringe geschlossen war.

Das Lieferungsvermögen und der Arbeitsverbrauch der verschiedenen Systeme ergaben sich so, wie aus nachstehender übersichtlichen Tabelle erhellt:

Nr. des Pumpensystems.	Druckgrösse.	Lieferungsquantum		Arbeitsverbrauch in Maschinenpferden.
		pr. Tag in Cubikmetern.	pr. Minute in Litern.	
Nr. IV. und „ V. und VI.	Mittel- und Hochdruck	4459	3100	90 (Mitteldruck) 140 (Hochdruck)
Nr. VII. und „ VIII.	Nieder- und Mitteldruck	4825	3360	56 (Niederdruck) 100 (Mitteldruck)
Nr. IX.	Niederdruck	4850	3380	56

1) Burkhard-Streuli, Bericht über den Zustand der Züricher Wasserversorgung mit Rücksicht auf eingetretene Typhusepidemien etc. Als Manuscript gedruckt 1884.

In jüngster Zeit hat die Bauverwaltung der Stadt Zürich ein vorzügliches Werk (im Selbstverlage) veröffentlicht, worin „Die Wasserversorgung von Zürich", im Zusammenhange mit der (dortigen) Typhusepidemie des Jahres

Dabei haben die Pumpen:

	Kolbendurchmesser (in Millimetern)	Kolbenhub (in Millimetern)
Für Niederdruck	290	600
„ Hochdruck	230	900
„ Nieder- und Mitteldruck	290	900

Ausser dem für die Stadt Zürich vom Lettener Turbinen-Pumpwerke gelieferten Trink- und Brauchwassers (pr. Kopf der Bevölkerung 210 bis 310 Liter für jeden Tag) liefert das Werk noch Aufschlagwasser zum Betriebe von Wasserdruckmaschinen (System Schmidt) und kleinen Turbinen mit partieller Beaufschlagung für Kleingewerbe der Stadt, sowie für grössere Arbeitsleistung verschiedener Industrien Betriebskräfte mittelst vom Wasserwerke ausgehender Drahtseiltransmissionen. Beispielsweise wurden im Jahre 1884 im Maximum 300 Maschinenpferdekräfte durch Seiltransmission abgegeben[1]). Bei der normalen Umdrehzahl der Seilrollen von 80 pro Minute beträgt hierbei die Geschwindigkeit des Seiles 20 Meter.

Das allerneueste im Entstehen begriffene noch grössere Wasserpumpwerk des europäischen Continentes ist das der Stadt Genf, woselbst man dem Rhoneflusse die Arbeit von wenigstens 4200 effectiven Maschinenpferdekräften abgewinnen wird. Durch künstlichen Wehrbau gewinnt man hier dem Rhoneflusse ein Gefälle von 3,70 und 1,68 Meter ab. Bei ausreichendem Aufschlagwasser von beziehungsweise 6 bis 13 Cubikmetern pro Secunde[2]) für jede Turbine, was thatsächlich zu Gebote stehen soll, erklärt sich die vorher angegebene Nutzarbeit in Maschinenpferdekräften ausgedrückt, wozu noch erwähnt werden mag, dass die Zahl der zur Zeit projectirten Henschel-Jonval-Turbinen auf 20 festgesetzt ist, welche sowie die zugehörigen Pumpen ebenfalls von der Firma Escher, Wyss & Co. in Zürich geliefert werden[3]).

Das Wasserwerk des Herrn Friedrich Krupp in Essen.

Wir können vorstehenden Abschnitt nicht besser schliessen, als mit der Beschreibung eines Werkes, welches bestimmt ist, eins der grössten Etablissements der civilisirten Welt seiner Art, das berühmte Stahlwerk des Herrn Krupp in Essen, mit Wasser für die verschiedenartigsten sich daselbst zusammenfindenden Bedürfnisse zu versorgen, wobei wir nur bedauern müssen,

1884 erörtert wird, was Betheiligten, Ingenieuren, Verwaltungen etc., nicht genug empfohlen werden kann. Durch die Buchhandlung von Orell Füssli & Co. ist jetzt dies Werk im Preise von 5 Franken zu beziehen.

1) Hannoversches Gewerbeblatt, Nr. 11, vom 30. Mai 1885.

2) Bei 3,70 Metern und 6 Cubikmetern Aufschlagwasser, ferner unter Voraussetzung eines Güteverhältnisses der Turbinen von 0,70, also

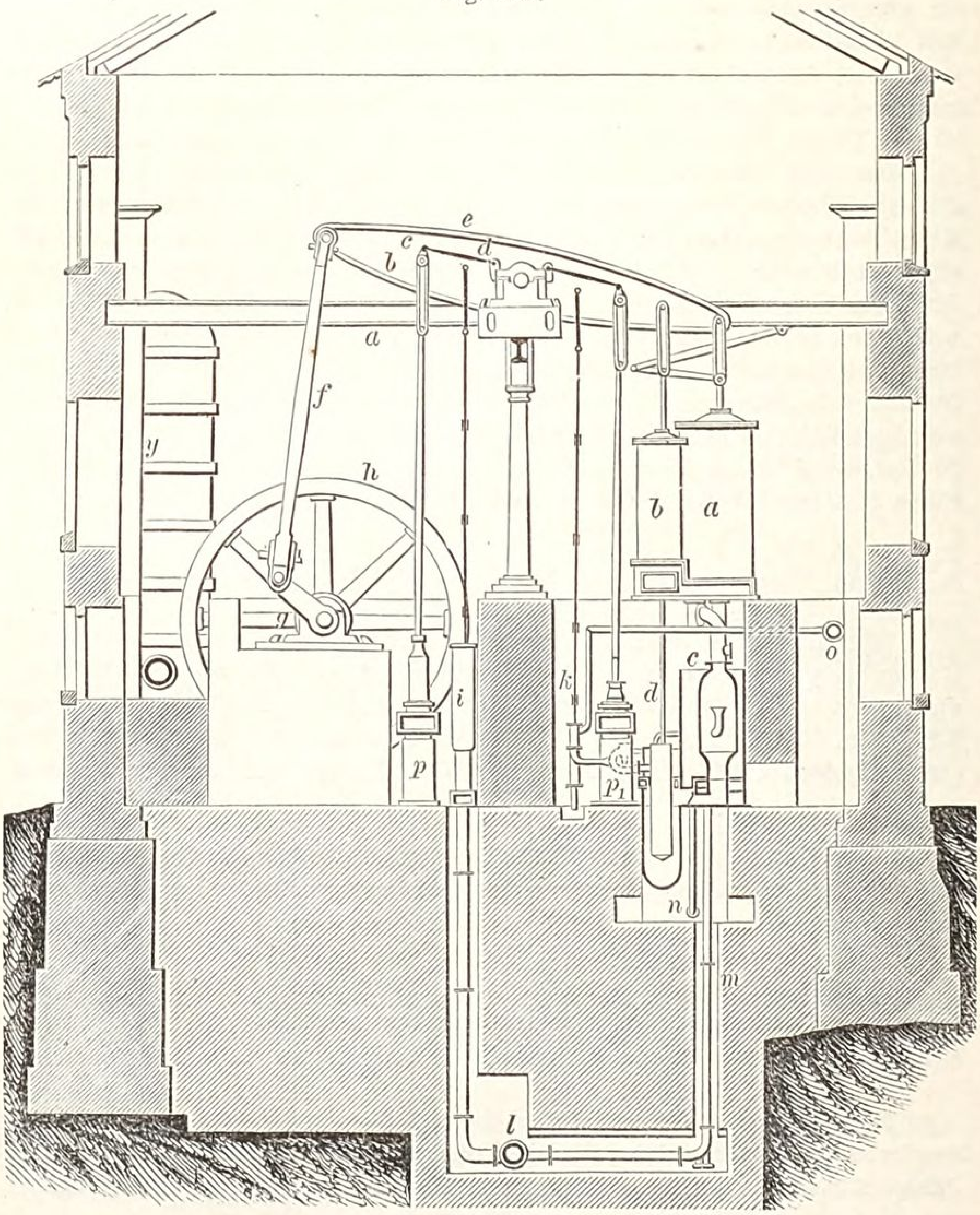
$$0,70 \cdot \frac{1000 \cdot 6 \cdot 3,70}{75} = 235 \text{ Maschinenpferden.}$$

3) Ausführlicheres über die (neue) Genfer Anlage in dem Werke: „Utilisations des forces motrices du Rhone. Genève 1883, sowie in der Schweizer Bauzeitung, Jahrg. 1883, S. 44. Hieraus im Hannov. Gewerbeblatte, Jahrg. 1884, S. 220.

die Disposition der ganzen grossartigen Anlage, des Raummangels wegen, nach den schönen Zeichnungen nicht wiedergeben zu können, die uns durch besondere Güte des Herrn Grahn, Ingenieur der Gas- und Wasserwerke der Krupp'schen Gussstahlfabrik, bereitwilligst zugestellt wurden. Wir müssen uns auf die beiden Skizzen Fig. 382 und 383 beschränken, welche eine der sechs in einer geraden Linie neben einander gestellten Maschinen erkennen lassen, die aus dem Etablissement der Herren Simpson & Comp., Ingenieure in London (Pimlico), hervorgehen.

Die Dampfmaschinen sind doppeltwirkende, rotirende Balanciermaschinen des Woolf'schen Systemes, die sich zwar im Wesentlichen den in England

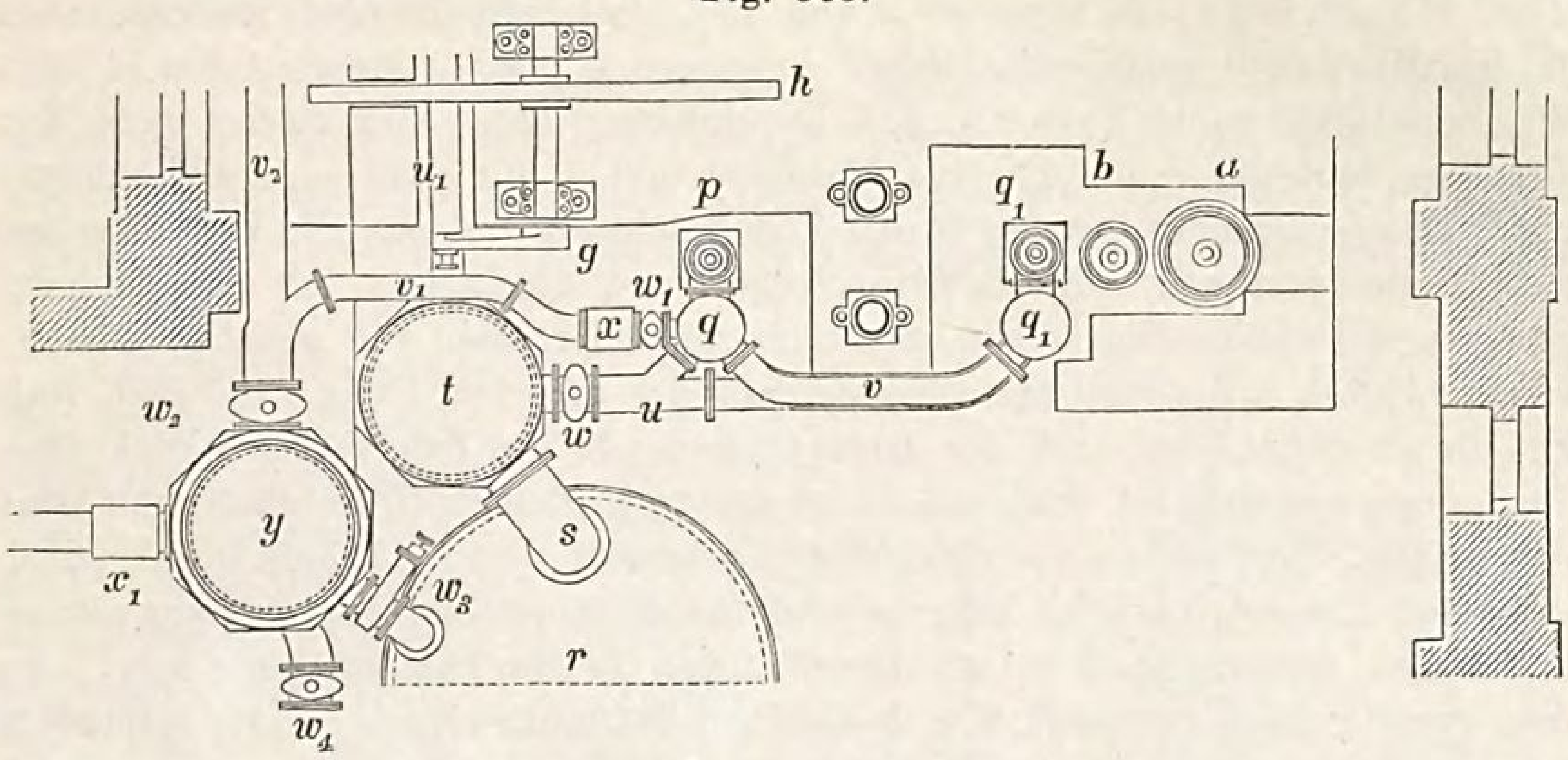
Fig. 382.



von Simpson & Comp. in grösserer Zahl ausgeführten Maschinen anschliessen[1]), sich jedoch unterscheiden: 1) durch Anordnung der Druckpumpen und 2) durch Aufstellung von Condensator nebst Luftpumpe.

Der grosse Cylinder *a* hat 3 Fuss 5¹/₄ Zoll engl. Durchmesser und der Kolben 8 Fuss 3 Zoll Hub, während der Durchmesser des kleinen Cylinders

Fig. 383.



b 2 Fuss ¹/₄ Zoll ist und der Kolben 5 Fuss 11¹¹/₁₆ Zoll Hub hat, so dass das Volumenverhältniss beider 4 : 1 ist. Die Dampfspannung in den Kesseln beträgt 3,30 Kil. pro Quadrat-Centimeter und es wird der Dampf nach ¹/₃ Kolbenweg im kleinen Cylinder abgesperrt. Unter dem grossen Cylinder ist der Condensator sowie die Kaltwassercisterne aufgestellt und die durch den Boden des kleinen Cylinders hindurchtretende Kolbenstange trägt den Kolben der Luftpumpe *d*, welche in Rücksicht auf die grosse Geschwindigkeit als Plungerpumpe mit 18 Zoll Kolbendurchmesser construirt ist. Der gusseiserne Balancier hat 14 Fuss Armlänge (28 Fuss ganze Länge) und trägt an seiner linken Seite *b* die schmiedeeiserne Lenkstange *f* von 24 Fuss 1¹/₂ Zoll Länge, die mit der Warze einer Kurbel *g* von 4 Fuss 1¹/₂ Zoll Bughöhe (Radius) gehörig verbunden ist und das Schwungrad *h* von 19 Fuss 8 Zoll Durchmesser und ca. 300 Centner Gewicht in Umdrehung setzt. In je ¹/₄ der Armlängen zu beiden Seiten der Drehpunkte des Balanciers hängen die Kaltwasserpumpe *i* mit 13 Zoll Kolbendurchmesser und die Speisepumpe *k* mit 3³/₄ Zoll Durchmesser des Kolbens. Die Kaltwasserpumpe entnimmt das Wasser aus einem mit dem Brunnen der Förderpumpen *p* und p_1 in Verbindung stehenden Rohre *l*, in welches zugleich das Ueberfallrohr *m* der Kaltwassercisterne *c* geleitet ist, während die Speisepumpe aus der Warmwassercisterne *d* schöpft und durch das Rohr *o* den Dampfkesseln Speisewasser zuführt. *n* ist das Ueberfall- und Ablassrohr der Warmwassercisterne.

1) Instit. of mechan. engineers, Proceedings 1862, pag. 259, unter der Ueberschrift: „On double cylinder pumping engines", mit Abbildungen auf Plate 70—71.

Ferner hierselbst S. 410, Fig. 368, die neuesten Pumpen-Maschinen der Londoner Lambeth Waterwork-Comp. betreffend.

Die bereits erwähnten zwei einfachwirkenden Förderpumpen p und p_1 haben Plungerkolben von $15^1/_2$ Zoll Durchmesser und 4 Fuss $1^1/_2$ Zoll Hub, deren Druckröhren sich in einem gemeinschaftlichen Rohre vereinigen, das mit einem Schieber und einem selbstthätig wirkenden Klappenventile versehen ist. In einem im Maschinenraume ausgeführten Brunnen r (Fig. 383) von 16 Fuss Durchmesser, der durch ein 36zölliges Rohr gespeist wird, mündet für je drei Maschinen ein Saugrohr s von $25^5/_8$ Zoll Durchmesser, welches einen je drei Maschinen gemeinschaftlichen gusseisernen Saugwindkessel t von 14 Fuss $2^1/_4$ Zoll Höhe und 6 Fuss $9^1/_2$ Zoll Durchmesser hat. Von diesem geht das 15zöllige Saugrohr u für die eine Maschine und u_1 für zwei andere Maschinen aus. Das Saugrohr u mündet in die Ventilkästen q und q_1. Die Ventile selbst sind Doppelsitzventile mit Rothgussglocken und Sitzflächen von Akazienholz. Saug- und Druckventile stehen direct übereinander, sind von gleichen Dimensionen, jedoch mit dem Unterschiede, dass das Saugventil den $1^1/_2$fachen Hub des Druckventiles hat und der freie Querschnitt des Saugventils gleich dem Plungerquerschnitte ist, während das Druckventil gleichen Querschnitt mit dem die beiden Ventilkasten verbindenden Druckrohre v von 12 Zoll Durchmesser darbietet. Durch einen Schieber w wird für die eine Maschine die Saugleitung und durch den Schieber w_1 die Druckleitung beider Pumpen abgesperrt. In dem gemeinsamen Druckrohre v_1 befindet sich überdies noch ein selbstthätiges Klappenventil, dessen Ort in Fig. 383 mit x bezeichnet ist.

Die schmiedeeisernen Lenkstangen der Pumpen haben eine eigenthümliche Geradführung. Sie hängen nämlich an einer Gliederung abc, welche sich in b um den Balancierzapfen und um c mittelst eines Gegenlenkers cd dreht, dessen Drehpunkt bei d mit dem Balancierlager verbunden ist.

Das Druckrohr v_1 vereinigt sich mit dem von den zwei anderen Dampfmaschinen kommenden Rohre v_2 zu einem Rohre von 1 Fuss 9 Zoll Durchmesser, das, mit dem Schieber w_2 versehen, in dem schmiedeeisernen Druckwindkessel y mündet, dessen Durchmesser 7 Fuss $5^3/_4$ Zoll bei 30 Fuss $4^1/_2$ Zoll Höhe beträgt.

Der Schieber w_3 bezweckt die Entleerung des Windkessels und der Schieber w_4 verbindet den Windkessel y der drei Maschinen mit einem gleichen für die drei anderen Maschinen. x_1 ist der Ort einer selbstwirkenden Klappe in dem von der Maschinenanlage zu einem Hochbassin führenden, 1500 Meter langen Druckrohre, dessen Durchmesser 425 Millimeter beträgt. Den verschiedenen Wasserständen im Brunnen entsprechend, beträgt die Förderhöhe 109,0 bis 113,5 Meter und liefert jede Maschine pro Minute 4,20 Cubikmeter Wasser bei 0,63 Meter Geschwindigkeit der Plungerkolben, wobei angenommen ist, dass zwei Maschinen arbeiten und eine in Reserve verbleibt. Dabei soll die englische Pferdekraft (550 Fuss-Pfund pro Secunde), berechnet aus dem wirklich gehobenen Wasserquantum und der wirklichen Förderhöhe plus 5 m für Reibungsverluste, pro Stunde keinen grösseren Steinkohlenverbrauch als $1^1/_3$ Kilogramm erfordern.

Obwohl bei der vom Civil-Ingenieur Herrn Kley in Bonn und dem Verfasser der Maschinenlehre im April 1877 erfolgten (mit sorgfältigen Versuchen verbundenen) Abnahme von 4 Stück der beschriebenen Maschinen nachgewiesen wurde, dass die Firma Simpson & Co. den durch Contract festgestellten Anforderungen entsprochen hatte, hielt man es dennoch für angemessen, vor-

nehmlich der englischen hohen Preise wegen, die letzten zwei Maschinen von der sächsischen Maschinenfabrik (früher Richard Hartmann) in Chemnitz ausführen zu lassen.

Auch bei diesen beiden Maschinen hat man an den ursprünglichen Dispositionen nichts geändert, demnach auch die Kolbensteuerung (für die Woolf-schen Maschinen ohne Receiver) beibehalten, von welcher wir hier (nachträglich) noch folgende Skizze liefern.

Man erkennt hierbei ohne Weiteres, dass die vorhandenen vier Steuerkolben α, β, γ und δ durch eine hohle Stange (ein Rohr) mit einander verbunden sind und dass man dies Rohr zur Communication oder zur Dampfleitung von dem kleinen (Hochdruck) zum grossen (Tiefdruck) Cylinder angeordnet hat.

Fig. 384.

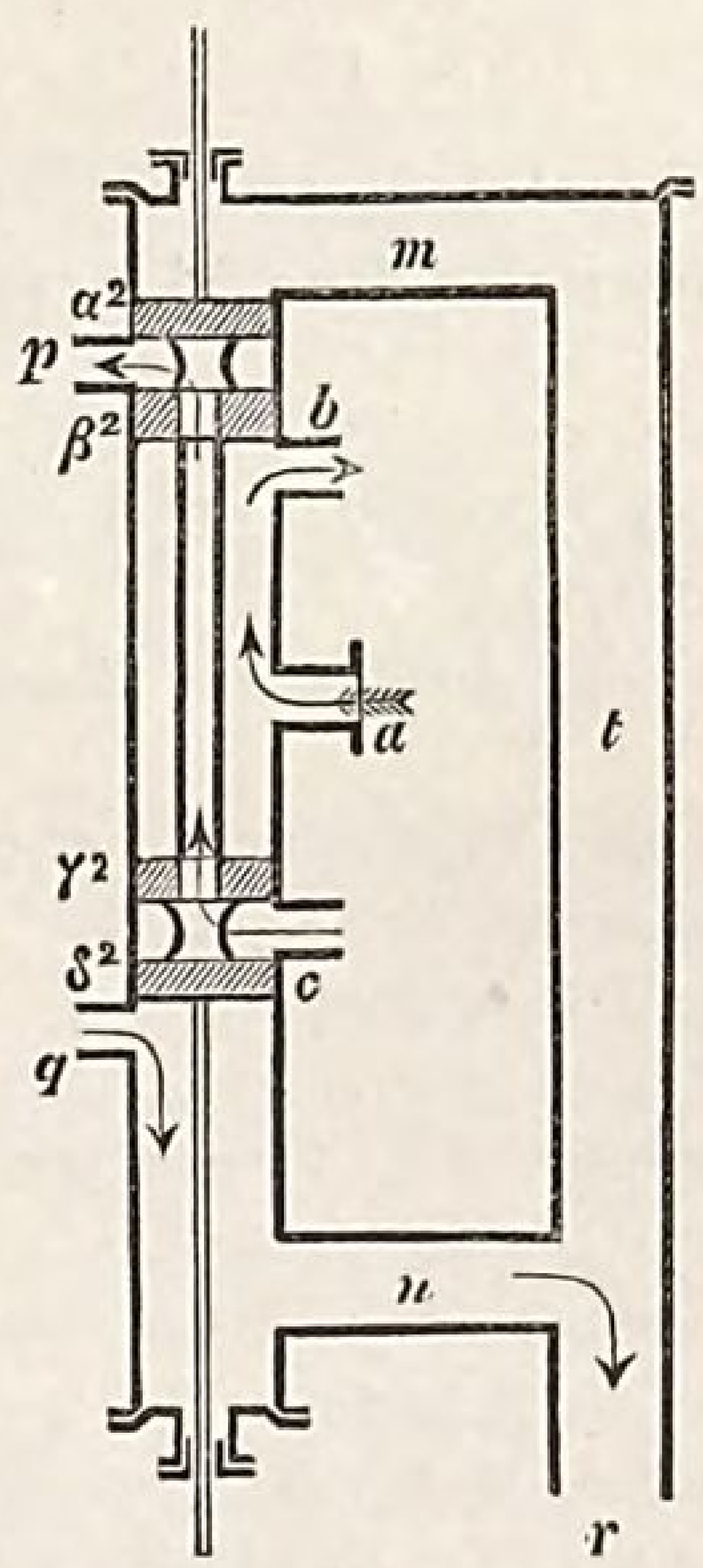
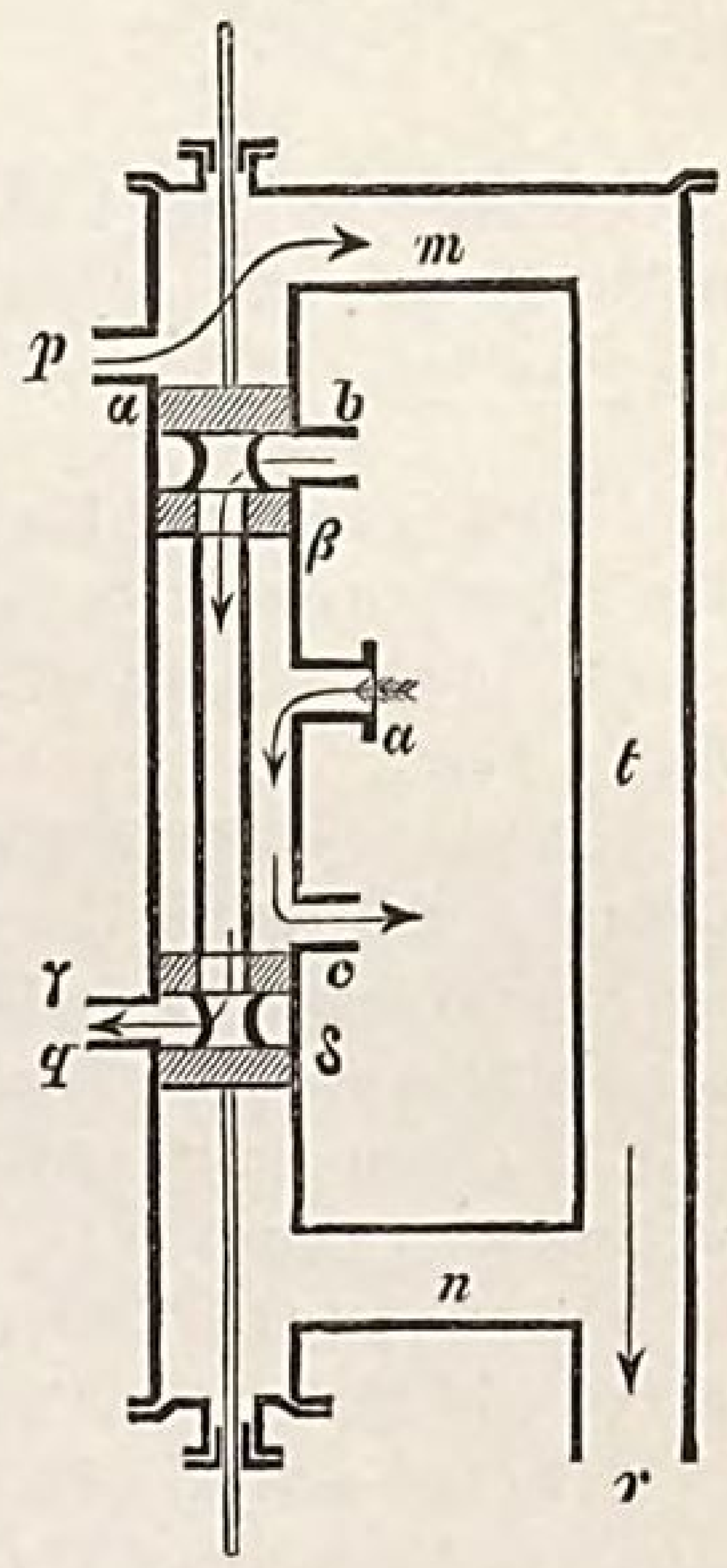


Fig. 385.



Uebrigens erhellt ohne Weiteres, dass bei der in Fig. 384 gezeichneten Kolbenstellung der von a aus dem Kessel zuströmende Dampf durch den Canal b über den kleinen Kolben tritt, während der unter letzterem befindliche Dampf durch den Canal c, das hohle Verbindungsrohr der vier Kolben passirend, durch den Canal p in den grossen Cylinder und über dessen Kolben tritt, so dass, wie es (nach unserer Abbildung Figur 381) sein muss, beide Dampfkolben zugleich ihren Niedergang ausführen, wobei selbstverständlich der unter dem grossen Kolben befindliche Dampf durch den Canal q, und weiter auf dem Wege von n nach r, in den Condensator gelangen kann.

Fig. 386.

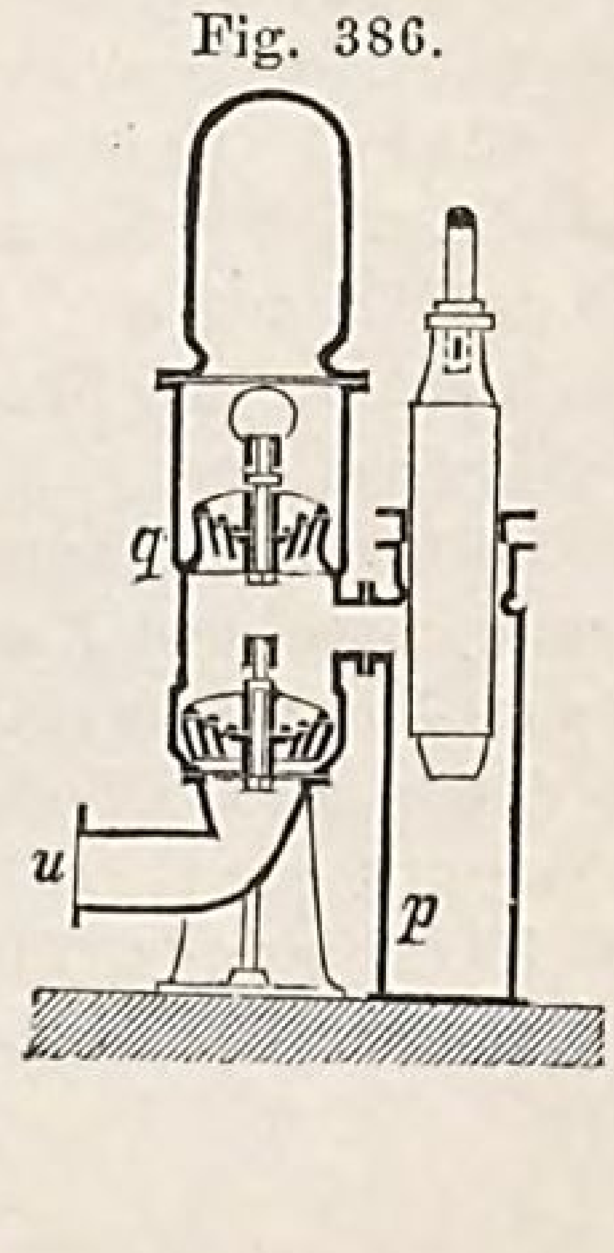


Fig. 385 lässt die nach dem Niedergange der vier Steuerkolben erlangte Stellung derselben erkennen, wobei beide Arbeitskolben durch den Dampf zum gleichzeitigen Niedergange veranlasst werden. Vom grossen Cylinder aus wird (jetzt) der Abdampf durch die Canäle m, t und r zum Condensator geleitet.

Zur Ergänzung von Fig. 382 liefern wir in Fig. 386 noch die Durchschnittsskizze einer der Förderpumpen mit Plungerkolben von $15\frac{1}{2}$ Zoll

Durchmesser, wobei hinlänglich zu erkennen ist, dass man sogenannte Theilventile in Anwendung gebracht hat.

Schliesslich hält es der Verfasser noch für Pflicht, das grosse Verdienst des Herrn Ingenieurs E. Grahn (zur Zeit Civilingenieur in Coblenz) zur Kenntniss zu bringen, welches sich dieser Herr (damals noch bei Herrn Krupp) beim Entwurfe des ganzen Werkes und bei dem Ingangsetzen der Maschinen in hohem Maasse erworben hat. Herr Grahn gedenkt übrigens auch des Krupp'schen Wasserwerkes in seinem werthvollen Buche „Die Art der Wasserversorgung deutscher Städte“ S. 161 etc.

Feuerlöschspritzen. [1])

§. 19.

Gegenwärtiger Abschnitt bedarf zur Einleitung nur die Erinnerung an das, was bereits Seite 333 über Feuerlöschspritzen

1) Literatur: Karsten, Abhandlung über die vortheilhafteste Anordnung der Feuerspritzen. Greifswalde 1773.

Klügel, Abhandlung von der besten Einrichtung der Feuerspritzen. Berlin 1774.

Thierry, Bericht über eine allgemeine Feuerspritzenprobe zu Mühlhausen (Elsass). Polytechn. Centralbl. 1838, Nr. 3, S. 33.

Braithwaite in London, Dampffeuerspritze. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, Jahrgang 1840, S. 38.

Armengaud, Publ. industr. Vol. V. und hieraus im Hannoverschen Gewerbeblatte, Jahrg. 1846, S. 32: Die zweckmässigen Feuerspritzen der Stadt Paris.

Kronauer, Feuerspritze mit horizontalen Cylindern von G. F. Eller zu Frauenfeld (Schweiz). Technische Zeitschrift, Bd. 1 (1848), S. 1.

Ertel & Sohn in München, Beschreibung der Feuerspritzen des Ertel'schen Ateliers. Kunst- und Gewerbeblatt f. d. Königreich Bayern. Bd. 27 (1849), S. 40.

v. Göhl, Beschreibung der Feuerlöschmaschinen aus dem Reichenbach'schen mathematisch-mechanischen Institute von Ertel & Sohn. München 1853.

Schunk, Handbuch der Pariser Feuerwehr. Braunschweig 1856.

Frick, Die Feuerspritze. Anleitung zum Bau, zur Berechnung, Behandlung und Prüfung etc. Braunschweig 1859.

Rühlmann, Feuerspritze. Supplemente zu Prechtl's technologischer Encyklopädie. Bd. 3, S. 48.

Rühlmann, Neues und Altes über englische und deutsche Feuerspritzen. (Dampfspritzen und Handspritzen.) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1862, S. 112 und 356.

Tresca, Die Londoner Feuerspritzen-Versuche. Annales du conservatoire des arts et metiers. 1862, pag. 696:

Kirchweger, Die Dampf-Feuerspritze der Stadt Hannover. Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1864, S. 71.

bemerkt wurde [1]), d. h. dass es Kolbenpumpen von der Anordnung sind, wobei das geförderte Wasser nicht ausgegossen, sondern in einem continuirlich gleichförmigen Strahle ausgeworfen (gespritzt) wird. Letzteres wird dadurch erreicht, dass man am Ende des Steigrohres ein conisch-convergentes Ausgussrohr mit Mundstück von viel kleinerem Durchmesser als das Steigrohr anbringt und vor letzterem an geeigneter Stelle einen Windkessel [2]) einschaltet.

Rühlmann, Ueber Feuerspritzen und insbesondere über die der Mechaniker Tidow und Wellhausen in Hannover. Ebendaselbst Jahrgang 1866, S. 155.

Wottitz, Die Dampffeuerspritzen auf der landwirthschaftlichen Ausstellung zu Köln a. Rhein im Juni 1865. Wien 1866, S. 112.

Scheffler, Bericht über die Prüfung der 1868 beim 7. deutschen Feuerwehrtage zu Braunschweig ausgestellten Feuerspritzen. Braunschweig 1868.

Rühlmann, Ueber einige neuere Versuche mit Feuerspritzen. Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins. Jahrgang 1869, S. 32.

Vergleichende Versuche mit Dampfspritzen zu Glasgow. (Im October 1869 angestellt.) Polytechnisches Centralblatt, Jahrgang 1870, S. 726.

Jeep, Feuerspritzen. In dem Buche: „Der Bau der Pumpen und Spritzen.“ Leipzig 1871, S. 193.

Shand and Mason, Steam fire engine at the Vienne exhibition. Im Engineer vom 5. Sept. 1873, pag. 144, und im Engineering vom 26. Sept. 1873, pag. 258.

The Goulds manufact. illustr. catalogue. Seneca Falls. (New-York.) 1873—1874.

1) In Bezug auf specielle Geschichte der Feuerspritzen muss auf folgende Quellen verwiesen werden:

Beckmann, Beiträge zur Geschichte der Erfindungen. Vierter Band. Leipzig 1799, S. 430.

Ewbank, A Historical Account etc. of machines for raising water. New-York 1856, pag. 302 ff. (Fire engines.)

Silsby, „Steam Fire Engines.“ Built by the Silsby Manufacturing Company. Island Works. Seneca Falls, N. Y. U. S. A. 1872. (Illustrirter Katalog der Gesellschaft.)

Fiedler, Geschichte der deutschen Feuerlösch- und Rettungsanstalten. Berlin 1873.

Zur neuesten Literatur des Gegenstandes gehören folgende zwei Arbeiten:

Dr. Hartig (Reg.-Rath und Professor) in Dresden, „Beiträge zur experimentellen Prüfung der Dampf-Feuerspritzen.“ In der vom Verfasser redigirten Zeitschrift „Der Civilingenieur“. Jahrgang 1879, S. 497 ff.

C. Bach (Professor am Königl. Polytechnikum in Dresden), „Die Construction der Feuerspritzen“. Mit zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten und 36 lithog. Tafeln-Abbildungen.

2) Der Windkessel ist hier nichts anderes, als der S. 346 in Erinnerung gebrachte und bei der Höll'schen Luftmaschine für ähnliche Zwecke benutzte Heronsball. Während der Windkessel bei den vorher besprochenen Pump-

Wir können die Feuerlöschspritzen in tragbare und fahrbare (Karren- und Wagenspritzen) und nach ihrer Bewegungskraft in Hand- und Dampfspritzen eintheilen.

I. Handspritzen.

Zwei Sorten tragbare Handspritzen finden sich in den Fig. 387 und 388 dargestellt, die beide dem vom Verfasser geschriebenen Artikel „Feuerspritze" des Karmarsch und Heeren'schen „Handbuches der Gewerbekunde", Bd. 1, S. 772 (zweite Auflage) entlehnt sind.

Fig. 387.

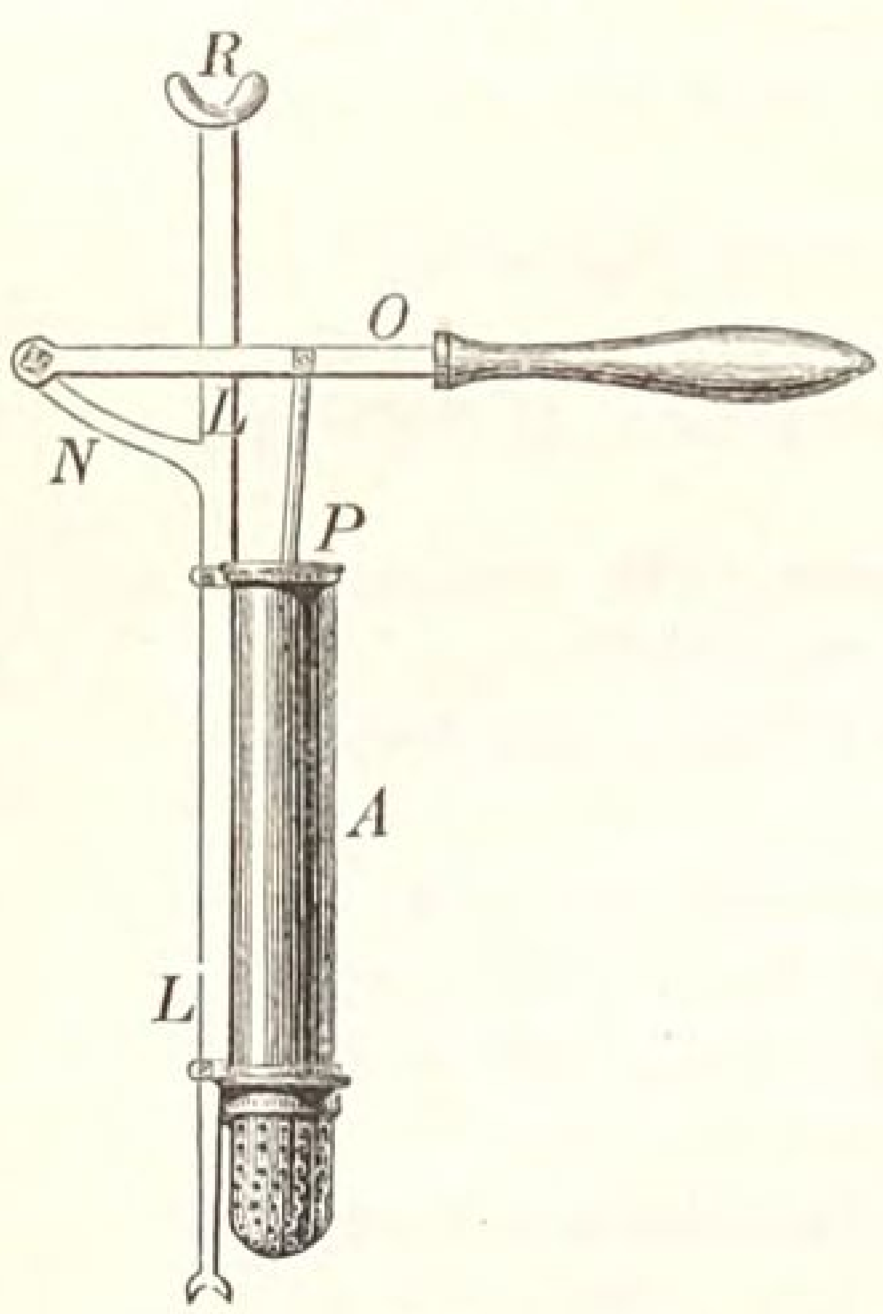


Fig. 388.

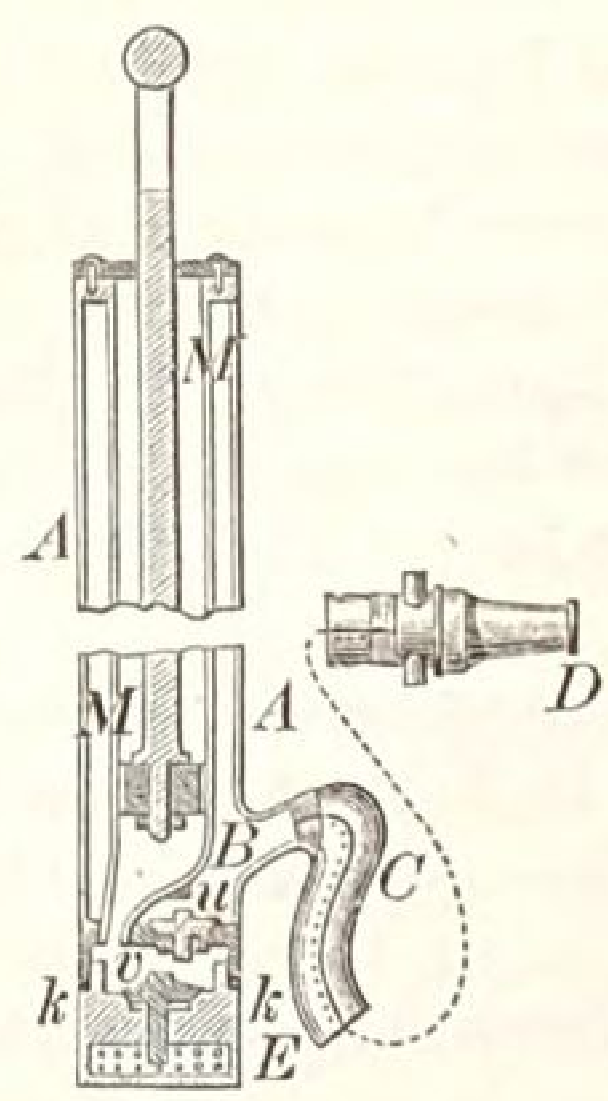
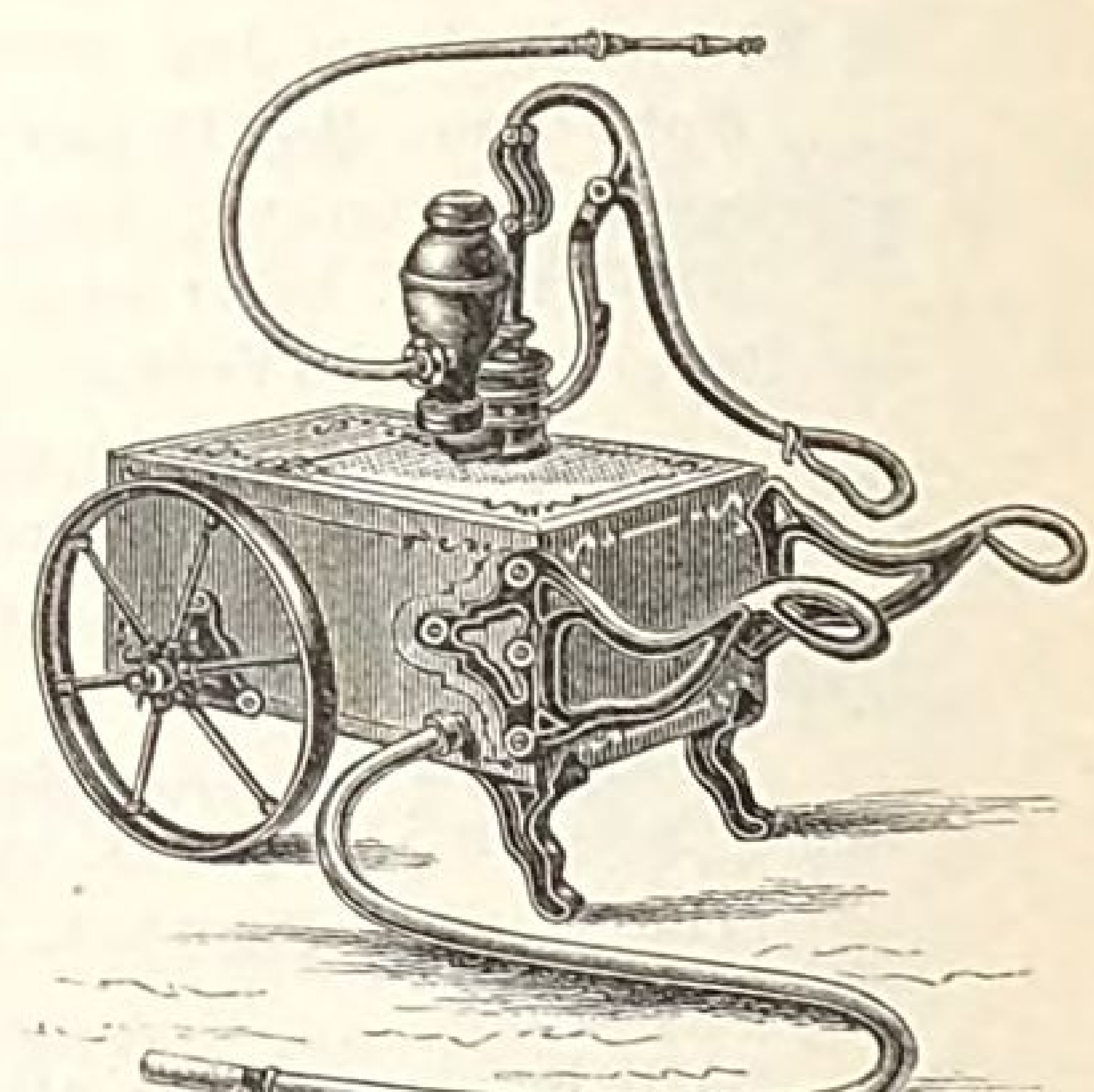


Fig. 389.



Erstere Figur (387) soll besonders die Anordnung erklären, wie man eine derartige Spritze braucht, indem man die Krücke *R* unter den linken Arm bringt, welche einem eisernen Ständer *L* angehört, woran der Pumpencylinder *A* befestigt ist, mit der rechten Hand den Hebel *O* fasst, der seinen Drehpunkt am Arme *N* hat und mit der linken Hand das Ausgussrohr *D* (Fig. 388)

werken zur Wasserversorgung der Städte das Werk hauptsächlich vor nachtheiligen Einwirkungen von Erschütterungen und Stössen schützen soll, dient derselbe (wie beim hydraulischen Widder S. 348) bei den Feuerspritzen dazu, aus dem unterbrochenen Strahle, welchen die Pumpen liefern, einen ununterbrochenen herzustellen.

Fiedler in der vorher notirten Geschichte der deutschen Feuerlöschanstalten (S. 34, 36 ff.) bestreitet es, dass Ktesibius (S. 332) eine Feuerspritze mit Windkessel construirt habe. Das Wort catinum in Vitruv, was die meisten Bearbeiter mit Windkessel übersetzen, bezeichne nur ein Geschirr, ein Gefäss etc., ohne Bezugnahme auf darin abgesperrte atmosphärische Luft. Fiedler hält es daher (a. a. O. S. 37) für sehr möglich, dass der wahre Erfinder der heutigen Feuerspritze der wackere Goldschmied Anton Platner in Augsburg ist.

führt. In Bezug auf letztere Figur wird es ausreichen, darauf aufmerksam zu machen, dass der Windkessel *A* den Kolbencylinder *M*, sowie auch das Steigventil *u* umschliesst, der Steigschlauch *C* an das Rohrstück *B* des Windkessels seitlich angeschroben ist und das cylindrische Stück *kk*, ein Sieb *E*, sowie das Saugventil *v* enthält. Fig. 389 giebt das Bild einer Karrenspritze der in der Note 1, Literatur (S. 449) erwähnten Gould's Manufacturing Comp.

Fig. 390.

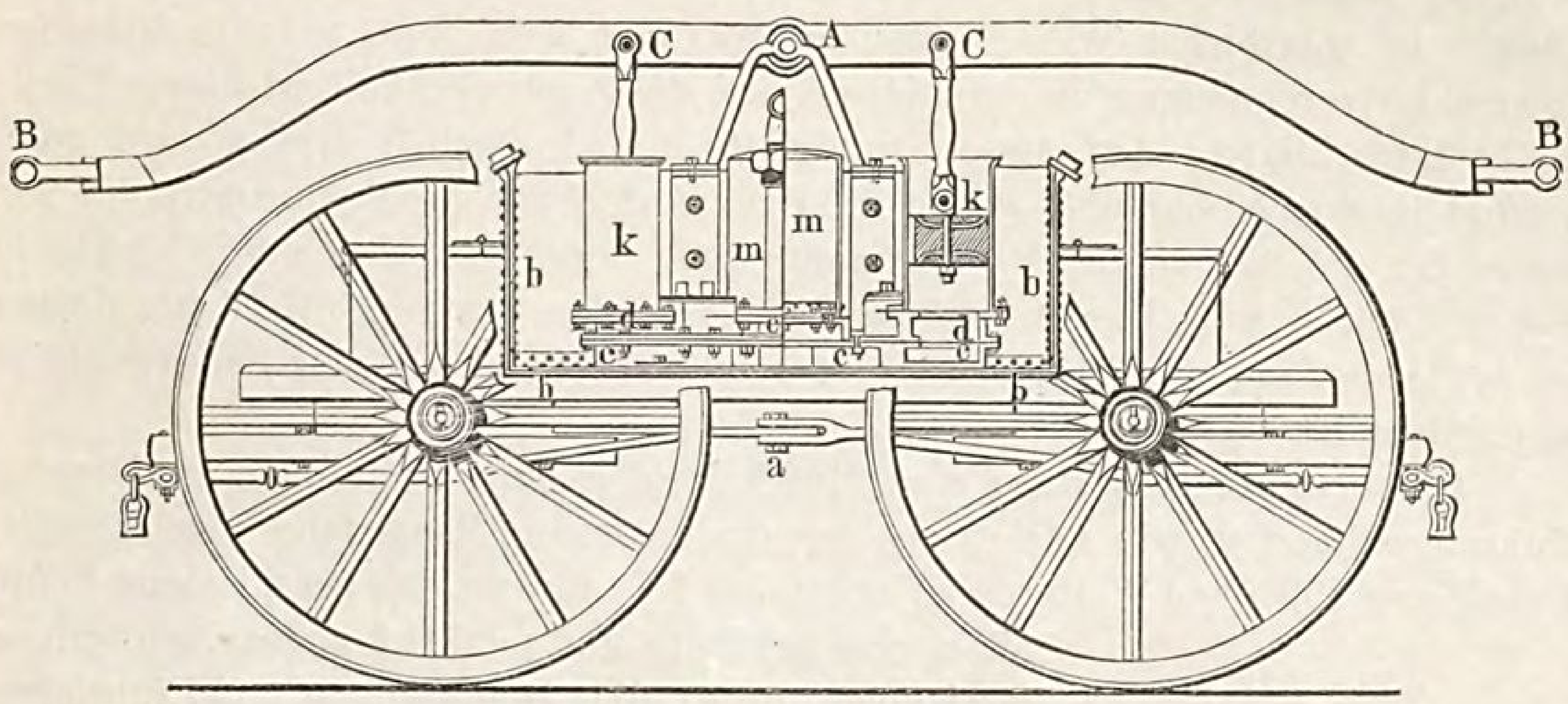
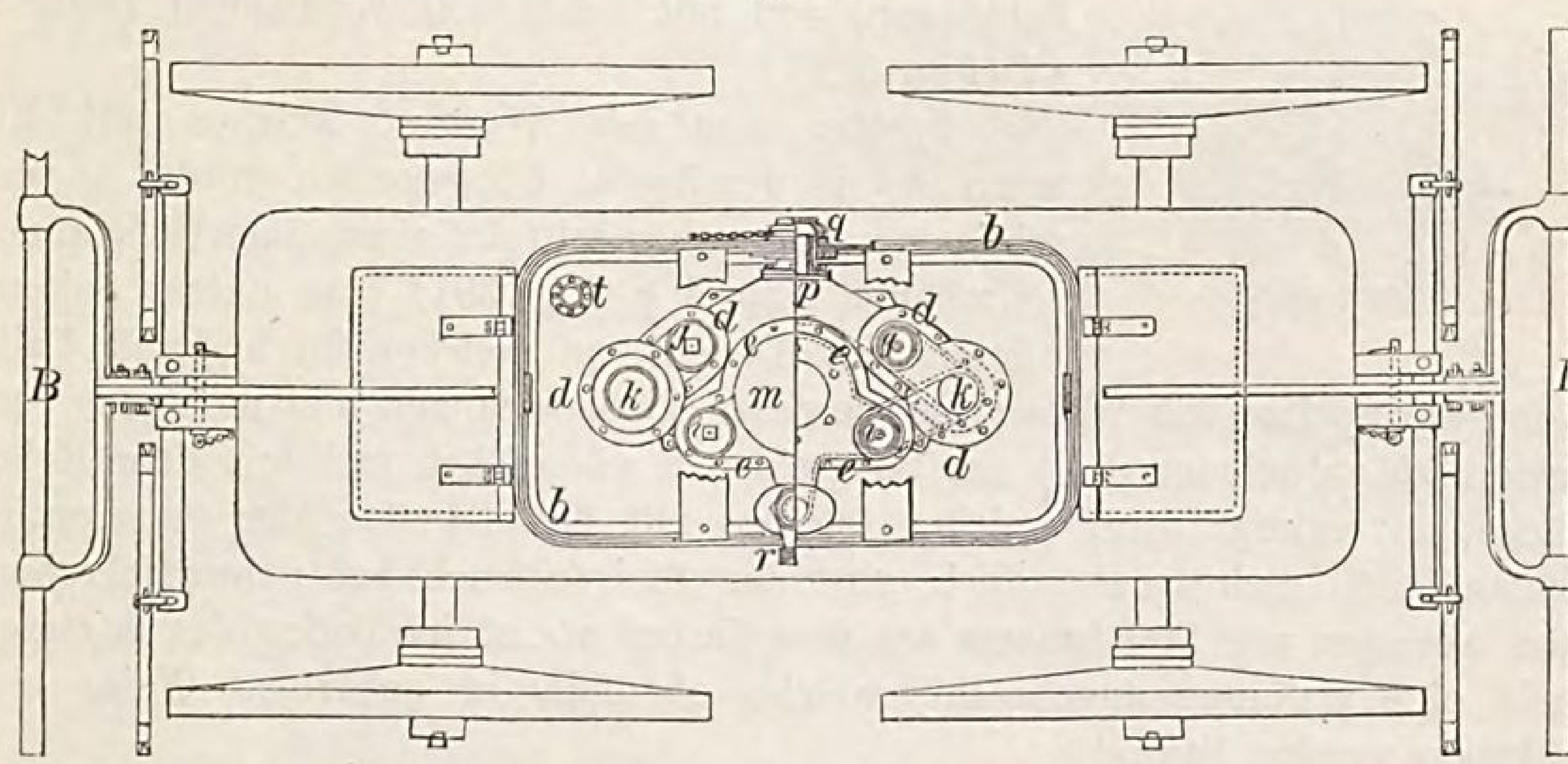


Fig. 391.



in Seneca Falls (New-York). Das ganze, aus Eisen hergestellte Werk wird in Bezug auf Nützlichkeit und Bequemlichkeit als unübertroffen (unsurpassed) bezeichnet und namentlich für das Löschen von im Entstehen begriffenen Feuern sehr empfohlen.

Die Fig. 390 und 391 lassen in $^1/_{24}$ der wahren Grösse eine der besten, auf 4 Rädern ruhende Feuerlöschspritze der Stadt Hannover erkennen und wie solche (mit weit verbreitetem guten Rufe) aus der Werkstatt von Louis Tidow & Sohn daselbst hervorgehen. In Bezug auf das Wagengestell bedauert der Verfasser, dass er hier nicht Raum genug gehabt hat, auch den scharnirartigen Langbaum *a*, überhaupt die ganze Anordnung des Wagens durch Skizzen erläutern zu können, der vor Allem die Vortheile vier gleich

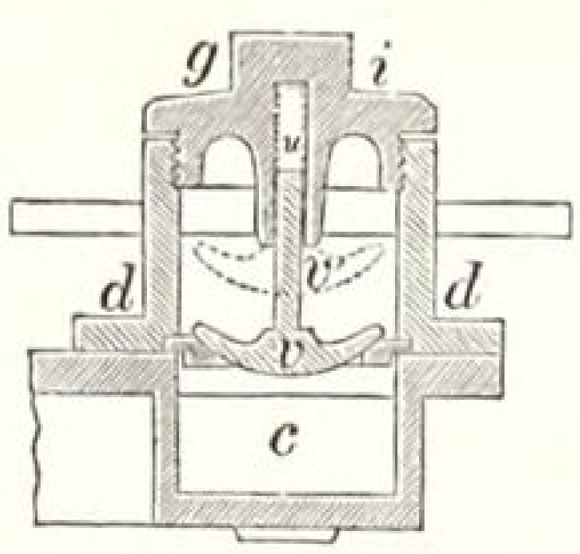
hoher Räder mit grosser Gelenkigkeit und Festigkeit vereinigt, was von besonderer Wichtigkeit für Stadt-Feuerspritzen ist[1]).

Der Wasserkasten *b* wird aus genietetem Eisenblech und Winkeleisen gebildet und vor dem Rosten durch guten Lackfirniss wohl geschützt.

Als höchst nachahmungswerth ist der leichte Zugang zu den Ventilen zu bezeichnen, wozu bemerkt werden mag, dass die Saugventile mit den Buchstaben *gg*, die Steigventile aber durch *ii* bezeichnet sind. Eigenthümlich ist die Anordnung der gusseisernen Grundplatte *c*, in welcher man die erforderlichen Canäle in sinnreicher Weise zusammengedrängt hat, ohne sehr nachtheilige Querschnittverengungen zu veranlassen und die Zugänglichkeit wichtiger Theile zu beeinträchtigen. Auf diese Grundplatte *c* sind nämlich drei andere gusseiserne Kasten geschraubt, wovon zwei zur Aufnahme der Pumpencylinder *kk*, sowie für die Saugventile *gg* bestimmt sind, deren Grenzen und Gestalt in Fig. 391 mit den Buchstaben *dd* bezeichnet wurden, während der dritte Kasten *ee* zur Aufnahme des Windkessels *m*[2]) und für Placirung der Saugventile *ii* angeordnet ist.

Die erwähnten Ventile sind Muschelventile mit nach oben gerichteten Führungsstielen *u*, wie solches aus der (in grösserem Maassstabe gezeichneten) Detailfigur 392 ohne Weiteres zu erkennen ist (und wo das geschlossene Ventil mit *v*, das geöffnete und punktirt angegebene mit *v'* bezeichnet wurde). Das Herausheben und Einbringen dieser Ventile geschieht unter Benutzung (Lösen oder Schliessen) von mit Schrauben versehenen Deckeln *gi* (Fig. 392).

Fig. 392.



Spritzt man mit Wasser, welches mit Eimern etc. in den Kasten *bb* gegossen wurde, so verschliesst man vorher mittelst einer äusserlich angeschrobenen Kapsel *q* (Fig. 391) eine untere Seitenöffnung des Kastens, an welcher im anderen Falle (wenn die Spritze das Wasser aus gewisser Tiefe ansaugen und nicht aus dem Kasten *bb* entnehmen soll) der Saugschlauch eingeführt und mit dem Rohrstücke *p* vereinigt wird, welches letztere mit den Canälen der Saugventile communicirt. Selbstverständlich wird der Steigschlauch bei *r* angeschroben. Zum Ablassen von Standwasser aus dem Kasten *bb* ist im Boden des letzteren bei *t* eine Oeffnung angebracht, welche ebenfalls in gehöriger Weise verschlossen werden kann.

Aus mit aller Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit vom Verfasser angestellten Versuchen[3]) geht die Vortrefflichkeit dieser Feuerspritzenanordnung, Detailconstruction und Ausführung auch noch daraus hervor, dass sie fast immer ein

1) Ausführlich besprochen und durch Abbildungen erläutert in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrgang 1862, S. 364, Tafel XII.

2) Der Windkessel hat 12 Zoll Durchmesser und 16 Zoll Höhe, folglich 1802,88 Cubikzoll Inhalt. Der theoretische Wasserfassungsraum eines Kolbenstiefels beträgt aber $21{,}64 \times 7\frac{5}{8} = 165{,}1$ Cubikzoll, folglich das Verhältniss des ersten Inhaltes zum letzteren: 11,03.

3) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1866, S. 159.

grösseres Wasserquantum liefert, als sich nach geometrischer Berechnung der Cylinder- (Stiefel-) Inhalte, unter genauer Beobachtung der Hubzahl herausstellt [1]).

1) Den am 5. Juni 1866 angestellten Versuchen gingen Ermittelungen voraus, die nachbemerkte Data lieferten:

Durchmesser der Pumpenkolben $5^1/_4$ Zoll englisch. Hub derselben $7^5/_8$ Zoll englisch. Mechanische Hebellänge des halben Balanciers AB 5 Fuss $10^1/_4$ Zoll. Entfernung des Aufhängepunktes C der Kolbenlenkstange vom Drehpunkte A $13^3/_4$ Zoll. Innerer Durchmesser der (hanfenen) Saug- und Steigschläuche $2^3/_8$ Zoll englisch. Schlauchlänge von der Stelle r Fig. 391 an gemessen bis zum Mundstücke $29^1/_2$ Fuss.

Das conisch convergente Ausgussrohr hatte 790 mm Länge, 51 mm grössten und 30 mm kleinsten Durchmesser. An letzterer Stelle wurden die Mundstücke von 175 mm Länge angeschroben, deren Mündungsdurchmesser 13 und 14 mm betrug.

Bezeichnet man hiernach den Querschnitt eines der Kolben mit a, deren Geschwindigkeit mit v, die Geschwindigkeit des Angriffspunktes der Arbeiter (am Druckbaume) mit c und die berechnete oder theoretische Wassermenge in Cubikfussen pro Minute mit Q_1, so ergiebt sich:

$a = \left(\frac{21}{4}\right)^2 \cdot 0{,}785 = 21{,}64$ Quadratzoll; $c = \frac{70^1/_4}{13^3/_4}\, v = 5{,}109\, v$; $Q_1 = 60 \cdot \frac{av}{144}$. Nun wurden beim fünften Versuche, wenn 14 Mann (kräftige Polytechniker) an den Druckbäumen gleichmässig vertheilt arbeiteten, 5 Cubikfuss Wasser bei 44 Hüben in 25 Secunden auf 96 Fuss Weite geworfen, während der Mundstückdurchmesser 13 Millimeter betrug, demnach ergiebt sich:

$$v = \frac{7^5/_8}{12} \cdot \frac{44}{25} = 1{,}12 \text{ Fuss,}$$

daher

$$Q_1 = 60 \cdot \frac{21{,}64}{144} \cdot 1{,}12 = 10{,}098 \text{ Cubikfuss pro Minute.}$$

Die wirklich pro Minute ausgeworfene Wassermenge $= Q$ betrug aber (nach sorgfältiger Messung von 5 Cubikfuss im Wasserkasten der Spritze):

$$Q = 5 \cdot \frac{60}{25} = 12 \text{ Cubikfuss.}$$

Es verhält sich daher:

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{12\,000}{10\,098} = 1{,}18.$$

Beim sechsten Versuche, wo man die Polytechniker durch 12 Hofbauarbeiter ersetzte, wurden 5 Cubikfuss Wasser bei 44 Hüben in 28 Secunden auf 95 Fuss horizontale Weite geworfen, wobei jedoch der Mundstückdurchmesser 14 mm betrug, daher auch:

$$v = \frac{7^5/_8}{12} \cdot \frac{44}{28} = 0{,}99 \text{ Fuss.}$$

$$Q_1 = 60 \cdot \frac{av}{144} = \frac{5}{12} \cdot 21{,}64 \cdot 0{,}99 = 8{,}925 \text{ Cubikfuss.}$$

$$Q = 5 \cdot \frac{60}{28} = 10{,}71 \text{ Cubikfuss.}$$

Wie man aber auch über letztere Thatsache urtheilen mag, jedenfalls ist dem auch bei den ausgezeichneten, mit grosser Sorgfalt angestellten (vorher und unten citirten) Braunschweiger Versuchen [1]) aufgestellten Satze beizustimmen: „dass bei gut gebauten Feuerspritzen die wirklich pro Hub gelieferte Wassermenge der theoretischen nahezu gleichkommt".

Ohne sich hier auf constructive Fragen oder gar auf eine Polemik über gute und nicht gute Dimensionsverhältnisse, auf Kolbenliderungen, Ventilgattungen, Mundstückformen etc. der Feuerspritzen einzulassen [2]), dürften doch folgende Bemerkungen am Platze sein. Vor Allem sollte man (wie in Fig. 390 und 391) sämmtliche Ventile der Feuerspritzenpumpen leicht und schnell zugänglich machen, da im Augenblicke der Gefahr ein Lösen der Kolbenlenkstangen vom Balancier, Herausnehmen des Kolbens etc. entweder nicht rasch genug ausgeführt werden kann, oder dann die Saugventile doch immer nur umständlich zu untersuchen sind. Ferner ist ein möglichst grosser Kolbenhub (wie bei allen Pumpen mit luftdichtem Verschlusse oder gehöriger Liderung) [3]), auch hier von Vortheil, woraus folgt, dass das Hebelverhältniss $\frac{AB}{AC}$ nicht zu gross genommen werden darf, indem der Weg des Angriffspunktes B (am Druckbaume) des Arbeiters ein ebenfalls gegebener ist, da ein mittelgrosser Mensch dauernd nicht höher als etwa 1 Meter ($3\frac{1}{2}$ Fuss), vertical gemessen, heben kann. Endlich wird man 5 bis $5\frac{1}{2}$ Fuss Kolbengeschwindigkeit höch-

Folglich

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{10,71}{8,75} = 1,20.$$

Das kleinste Verhältniss ergab sich zu

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{9,25}{8,925} = 1,03.$$

Es stimmen diese Versuche mit Resultaten überein, welche der technische Verein in Riga und ebenso mit den Versuchen, die man in Braunschweig beim 7. Deutschen Feuerwehrtage anstellte. Ueber erstere Versuche wird berichtet in dem „Notizblatte des technischen Vereins zu Riga", VII. Jahrgang, 1868, über letztere in der oben (S. 449, Literatur) notirten Schrift des Prof. Scheffler.

Bei den Hannoverschen und Rigaer Versuchen erklärte man die Ursache der Thatsache, dass bei Feuerspritzen $Q > Q_1$ sein kann, dadurch, dass die lebendige Kraft der angesaugten Wassermasse das Saugventil länger offen hält, als es die Bewegung des Kolbens mit sich bringt, während man in Braunschweig diesem Urtheile (a. a. O. S. 30) nicht entschieden beistimmt, vielmehr die Möglichkeit annimmt, dass wirklich die Hubhöhe (zufolge Aufschlagens auf elastische Polster) etwas grösser gewesen ist als die gemessene, welche der Berechnung des theoretischen Wasserquantums Q_1 zu Grunde gelegt wurde.

1) A. a. O. S. 31.

2) Man sehe hierüber besonders Prof. Frick's bereits citirtes Buch: „Die Feuerspritze."

3) Man sehe über die Vortheile grosser Hubhöhen bei Pumpenkolben auch des Verfassers „Hydromechanik", S. 124 etc.

stens 2 Meter pro Secunde nicht viel überschreiten dürfen und als Druckkraft eines (mittelstarken Arbeiters) etwa 9 bis 10 Kil. setzen können[1]).

Die hin und wieder versuchte Construction von Feuerspritzen mit doppeltwirkenden statt mit einfachwirkenden Pumpen hat sich aus mehrfachen Gründen nicht bewährt. Erstens wird dann die Maschine in der Regel, wie bei den Spritzen von Ertel & Sohn in München[2]), zu complicirt und weniger zugänglich, zweitens aber ordnet und vertheilt sich die Arbeit der Menschen auf den Druckbäumen besser, wenn diese ihre Hauptwirkung beim Niedergange des Balanciers auszuüben haben.

Noch weniger haben sich Feuerspritzen mit horizontalliegendem Pumpencylinder[3]) bewährt; dagegen finden jetzt solche mit sich drehenden (rotirenden) Kolben, namentlich in Amerika vielfach Anwendung.

Auch in England hat sich für den Betrieb durch Menschen das Feuerspritzensystem mit zwei einfachen Pumpen als das vortheilhafteste herausgestellt, wobei man jedoch die Anordnung so trifft, dass zwei Balanciers vorhanden und diese rechtwinklig gegen den Langbaum des Wagens gerichtet sind, so dass die Druckbäume B parallel zur Wagenlänge liegen[4]). Die zum Betriebe der Spritze erforderliche Mannschaft stellt sich dann zu beiden Langseiten der Spritze auf, wodurch man eine grössere Zahl von Arbeitern unter gleichen Umständen wirksam zu machen glaubt.

II. Dampfspritzen.

Die beiden bereits Bd. 1, S. 214 und 215 erste und S. 266 zweite Auflage beleuchteten Thatsachen, dass Menschenarbeit nur eine bestimmte Zeit ununterbrochen andauern kann und dass selbst bei dieser Beschränkung der von Menschen ausgeübte Druck (namentlich in Bezug auf Dampfkraft) nur ein verhältnissmässig geringer ist, haben schon am Ende der 20er Jahre zu dem Bestreben geführt, sogenannte Dampfspritzen, d. h. Maschinen zu construiren, welche mehr oder weniger den Locomotiven und Locomobilen gleichen, d. h. so angeordnet sind, dass eine auf Rädern ruhende transportable Dampfmaschine mit Wasserpumpen ausgestattet ist, welche zum Feuerlöschen verwandt werden können.

1) Hier ist auch das in Erinnerung zu bringen, was Bd. 1, S. 222 über Arbeiten der Menschen an Hebeln erörtert wurde.

2) Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 80, und hiernach bei Frick a. a. O. S. 191 bis 198.

3) Frick, Ebendaselbst S. 199.

4) Man sehe die Abbildungen in dem vom Verfasser geschriebenen Artikel „Feuerspritze" im dritten Supplementbande von Prechtl's Technologischer Encyklopädie, S. 57, Tafel 69, Fig. 13—16.

Während in Nordamerika und in England, bereits am Anfange der 30er Jahre, hin und wieder Dampffeuerspritzen existirten, gelangten dieselben doch zu keiner allgemeinen Verwendung, wurden vielmehr nach mehrfachen Versuchen (auch in Deutschland) wieder verworfen und kamen überhaupt in einen gewissen Misscredit[1]), deshalb, weil man zu complicirt und zu schwerfällig gebaut hatte[2]).

Inzwischen liessen mehrere gewaltige Brände, insbesondere der von Hamburg (5. Mai 1842), das Bedürfniss nach Dampffeuerspritzen wieder erkennen, indem diese allein zu helfen vermögen, wenn Menschenkräfte erlahmen und die Grösse des Feuers nur durch das Werfen von so bedeutenden Wassermassen bekämpft werden kann, wie solche nur Dampfspritzen zu liefern vermögen, nicht zu gedenken des Umstandes, dass man sich mächtigen Feuern mit durch Menschen betriebenen Feuerspritzen auch nicht genug nähern kann.

Zur rechten Anerkennung gelangten die Dampffeuerspritzen eigentlich erst von 1862 an, wo die zur Londoner internationalen Ausstellung gelieferten Exemplare der Firmen Merryweather & Sons und Shand & Mason (beide in London) lehrten, wie es anzufangen sei, um zum rechten Ziele zu gelangen. Wahrscheinlich hatten die genannten Londoner Mechaniker die Erfahrungen und Fortschritte im Dampfspritzenbau der Nord-Amerikaner benutzt und ausgebeutet, während letztere durch den traurigen Bürgerkrieg (1861—1865) in den Vereinigten Staaten mehr oder weniger lahm gelegt waren. Von deutschen Maschinenbauanstalten machte sich zuerst um den Bau brauchbarer Dampffeuerspritzen (theilweis eigener Construction) das bereits in Herstellung tüchtiger Eisenbahnlocomotiven bewährte Etablissement von Georg Egestorff in Hannover verdient.

Ein Exemplar dieser Maschine wurde 1864 dem Gebrauche „als Dampffeuerspritze der Residenzstadt Hannover" übergeben, vom Maschinendirector Kirchweger in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins be-

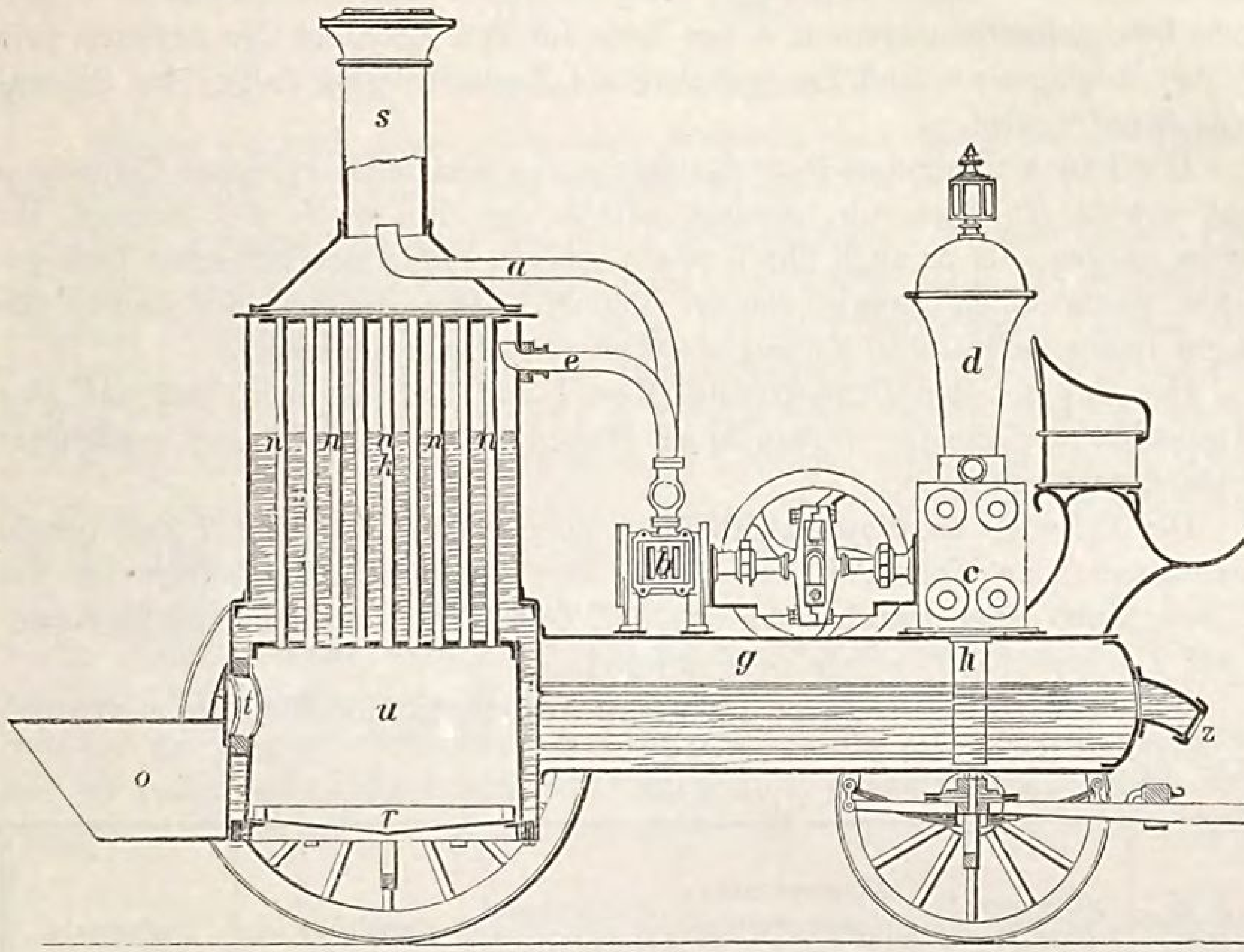
1) Auch die Stadt Berlin bezog (1839) von Braithwaite & Ericson in London eine Dampffeuerspritze für den Preis von 1200 Lstrl. (24 000 Mk.), die man jedoch nicht zweckmässig fand und bald nachher wieder (auf den Abbruch) verkaufte. Man sehe hierüber die Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, Jahrgang 19 (1840), S. 38.

2) Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins, Jahrg. 1862, S. 112

sprochen und durch Abbildungen erläutert[1]). Letzterer Quelle entlehnen wir nachstehende Beschreibung, sowie die Fig. 393—396.

Dabei wird sofort erkannt, dass man hier die Carett'sche Dampfpumpe (S. 370, Fig. 328) mit horizontalliegenden Cylindern b und c angeordnet hat.

Fig. 393.



Aus den Detailfiguren 394 bis 396 erkennt man, dass die Wasserpumpe doppeltwirkend ist und zwar sind pp vier Saugventile, so wie qq vier

Fig. 394.

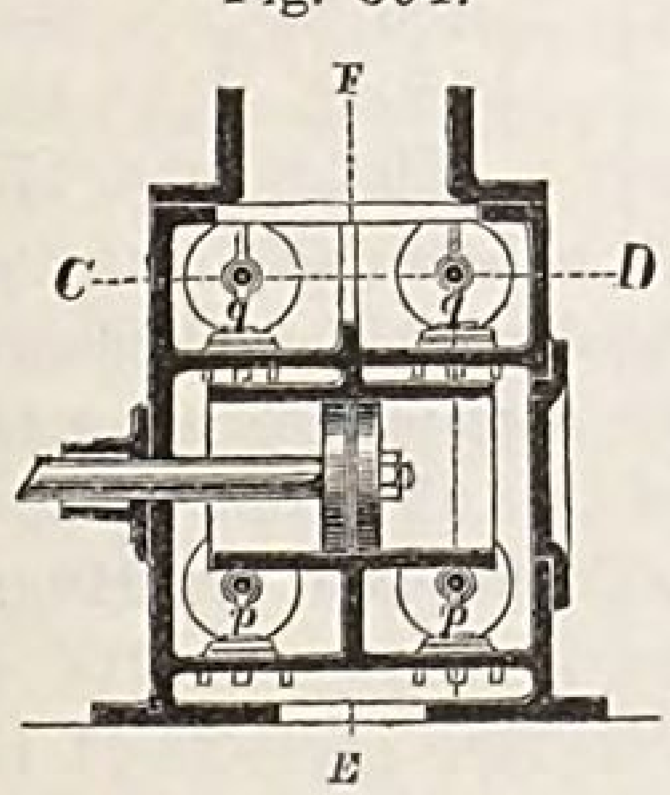


Fig. 395.

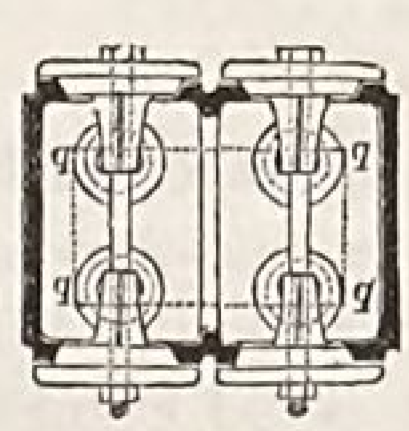
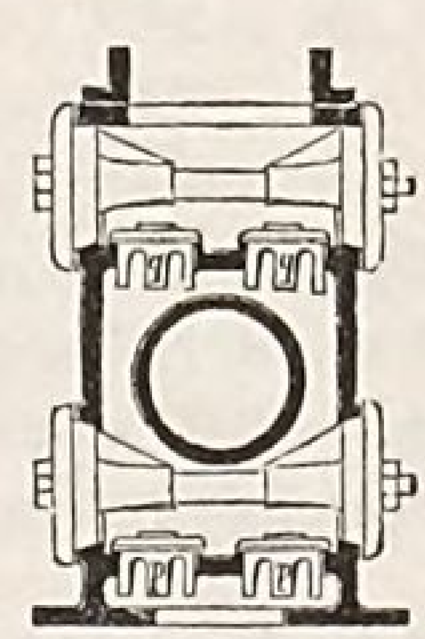


Fig. 396.



Steigventile[2]). (Fig. 395 auf Grundriss-Durchschnitt nach der Linie CD von Fig. 394 genommen, sowie Fig. 396 der Vertical-Durchschnitt von Fig. 394 nach EF ist.)

1) Jahrgang 1864, S. 71 mit Abbildungen auf Tafel II.

2) Die Anordnung von je zwei Ventilen statt eines (überhaupt von vier

Der vertical gestellte Dampfkessel *k* enthält 199 messingene (1³/₄zöllige) Feuerröhren *nn*, die mit Zuziehung der Feuerkiste eine Gesammtheizfläche von 300 Quadratfuss englisch bilden. Ferner ist *r* der Rost, *t* die Feuerthür und *o* sind zwei aussen an der Feuerkiste befestigte Kasten zur Aufnahme von Brennmaterial. Der Schornstein *s* ist vermittelst eines conischen Blechmantels auf dem Kessel befestigt. *e* ist das nach dem Dampfcylinder *b* führende Dampfeinströmungsrohr, *a* das Rohr für den Abdampf der zugleich (wie bei den Locomotiven und Locomobilen) als Zugbeförderungsmittel des Schornsteins benutzt wird.

Der grosse unter dem Dampfpumpenwerke horizontal gelegene Cylinder *g* dient sowohl als Reservoir, woraus mittels des Rohres *h* die Pumpen ihr Wasser saugen, als er auch durch seinen oberen mit atmosphärischer Luft gefüllten Raum einen Saugwindkessel abgiebt. Der zugleich als Zierde des ganzen Baues aufgestellte Körper *d* bildet den Druckwindkessel.

Das Gewicht der Dampfpumpe, Kessel und Zubehör wird auf den zum Fortschaffen der Spritze vorhandenen Wagen unter Einschaltung geeigneter Druckfedern übertragen.

Der Cylinder der doppeltwirkenden Pumpe (Fig. 394) hat 7 Zoll (engl.) Durchmesser, der Kolben 9 Zoll Hub. Der Dampfmaschinenkolben hat bei gleichem Hube einen Durchmesser von 8½ Zoll. Die Dampfspannung im Kessel ist auf 7 Atmosphären Ueberdruck normirt.

Bei einer am 7. December 1863 vorgenommenen officiellen Probe ergaben sich folgende Resultate:

Versuchsnummer.	Schwungradumläufe pro Minute.	Ausgespritztes Wasserquantum pro Minute in engl. Cubikfuss.	Durchmesser des Mundstückes in engl. Zoll.	Strahlhöhe in engl. Fuss.	Horizontale Wurfweite.
1	113½	43,4	1⅛	146	—
2	161	53,3	1³/₁₆	156	—
3	142⅔	49,9	1⅕	150	170
4	122½	45,1	1	150	170

Vergleicht man diese Angaben mit denen der Tidow'schen, durch Menschen betriebenen Spritze und beachtet, dass dort beziehungsweise (bei 14 Mann) 10,098 Cubikfuss Wasser pro Minute und (bei 12 Mann) 8,925 Cubikfuss Wasser, also im Mittel 0,732 Cubikfuss pro Mann und pro Minute ge-

Saug- und vier Steigventilen), ist für den Nutzeffect der Pumpe von günstigem Einflusse. Man hat nämlich bei zwei Ventilen (statt eines) einen geringeren Hubbedarf. Das Heben und Schliessen der Ventile erfolgt aber um so rascher, je kleiner der Hub der Ventile ist. Die Dichtung der Ventile wird durch Lederringe beschafft, welche man unter den Sitzen befestigt hat. Sämmtliche Ventile sind durch vier Deckel an jeder Seite des Pumpenkastens *c* leicht zugänglich gemacht.

worfen wurden, so erhält man in Bezug auf vorstehende Tabelle die Leistung der Dampfspritze zu

$$\frac{43,4}{0,732} = 59 \text{ Mann}$$

bei der kleinsten Geschwindigkeit der Dampfmaschine und

$$\frac{53,3}{0,732} = 72 \text{ Mann}$$

bei der grössten Geschwindigkeit der Dampfmaschine.

Hierbei ist noch ganz unbeachtet gelassen, dass die grösste horizontale Wurfweite bei der Tidow'schen Spritze nur 83 Fuss betrug[1]).

Eine grössere Auswahl von Dampffeuerspritzen als die Cölner internationale landwirthschaftliche Ausstellung (von 1865) hatte die grosse internationale Industrie-Ausstellung in Wien (1873) aufzuweisen[2]). Durch diese Ausstellung wurden namentlich die Dampffeuerspritzen von Brotherhood & Harding, von Shand, Mason & Comp. und die von Merryweather & Sons in London[3]) in weiteren Kreisen bekannt, sowie die von P. Mayer in Wien (Patent Leyser & Knaust) zeigte, dass man auch in Oesterreich mit dem Bau von Dampfspritzen erfolgreich begonnen hatte[4]).

Dampffeuerspritzen, deren Pumpen mit rotirenden Pumpen ausgestattet waren, lieferten zwar bereits zur Londoner internationalen Ausstellung von 1862 die Amerikaner Lee & Larned[5]), allein grösseren Beifall fand diese Gattung von Dampffeuerspritzen erst im Anfange der 70er Jahre, von welcher Zeit ab insbesondere die Steam Fire Engines der amerikanischen Silsby Manu-

1) Irrt der Verfasser nicht, so waren bei der Londoner internationalen Ausstellung von 1862 Merryweather & Sons in London die ersten, welche Dampfspritzen ohne rotirende Bewegung der Dampfmaschine, d. h. ohne Krummzapfen und Schwungrad lieferten und worüber im Engineer vom 11. Juli 1862, Vol. XIV. pag. 26 berichtet wird. Bei der Kölner internationalen Ausstellung von 1865 (Wottitz, Specialbericht. Wien 1866, S. 127) wurde dieser Firma der erste Preis auf Dampfspritzen ertheilt, sowie auch 1867 in Paris die goldene Medaille (erster Preis) mit dem Zusatze: „Für die beste Dampffeuerspritze, welche den Dampf in viel kürzerer Zeit als andere erzeugte (in $7^1/_2$ Minute von kaltem Wasser), den Wasserstrahl auch weiter als jene warf, einfach, solid construirt und mit Eleganz ausgeführt war." Man sehe deshalb auch das Prakt. Mech. Journal, Vol. III, 3. Serie, Jahrg. 1868, pag. 296.

2) Oesterr. officieller Bericht über die Wiener Weltausstellung von 1873, Gruppe XIII., Section 2, Seite 19.

3) Polytechn. Centralblatt, Jahrg. 1870, S. 725 (Shand's Dampfspritzen mit 3 Dampf- und 3 Pumpencylindern). Vergleichende Versuche mit den Maschinen der Londoner Firmen. Ebendaselbst S. 726. Engineering vom 26. September 1873.

4) Zeitschrift des österr. Arch.- und Ingen.-Vereins 1867 und Bach „Feuerspritzen" (1883), S. 98.

5) Amtlicher Bericht der Zollvereins-Commission (Londoner internationale Aussellung von 1862), Heft XVIII, Classe 8, S. 534.

facturing Company Island Works, Seneca Fallys, N. Y. (U. S. A.), derartige Spritzen ganz vorzüglicher Ausführung waren[1]).

Die Pumpen sind übrigens dem Principe nach sogenannte „Pappenheim“-Pumpen (Figur 398 erste Auflage und Figur 290 zweite Auflage), jedoch jeder der beiden (Zwillings-) Pumpenkolben mit nur drei Zähnen versehen (von überhaupt vorhandenen neun Zähnen für den Eingriff zur Rotation), welche an ihren äussersten Stellen mit Lederliderungen ausgestattet sind. Vom Jahre 1876 ab lieferte die Hannoversche Maschinenbau-Actien-Gesellschaft (vormals Georg Egestorff) verbesserte Exemplare ihrer Dampfspritzen (des Modelles von 1864, Seite 457), wovon der Verfasser der Allgem. Maschinenlehre im Hannoverschen Gewerbeblatte von 1881 (Nr. 45, S. 713 etc.) Abbildungen und Beschreibung geliefert hat.

Ausser verbesserten (zum Auseinandernehmen eingerichteten) Feuerröhren-Dampfkesseln hatte man statt (früher) eines einzigen Dampfcylinders deren zwei (als Zwillingsmaschinen) angebracht, die Carrett'sche Sinusbewegung durch Schubkurbelmechanismen ersetzt, den grossen Wasserbehälter unter dem Maschinengestell ganz entfernt und noch andere Verbesserungen vorgenommen.

Bei amtlichen vom Professor Grove (jetzt in München) und dem Verfasser der Allgem. Maschinenlehre im Jahre 1876 sorgfältig angestellten Versuchen erhielt man folgende Resultate:[2])

Das Mundstück 25 mm Durchmesser	Dampfspannung in Atmosphären.	Hubzahl p. m (Doppelhube).	Strahl	
			Steighöhe in Metern.	Wurfweite in Metern.
Versuch Nr. 1 . . .	$7^3/_4$	144	38	54
Versuch Nr. 2 . . .	$7^1/_2$	160—180	36,5	48
Das Mundstück 20 mm Durchmesser				
Versuch Nr. 3 . . .	7—8	152	36—38	54
Versuch Nr. 4 . . .	7—8	144	38	54

1) Die bezeichnete New-Yorker Gesellschaft hatte namentlich sehr schöne Exemplare ihrer Dampffeuerspritzen mit rotirenden Kolben zur Bremer landwirthschaftlichen internationalen Ausstellung von 1874 eingesandt, wo der Verfasser der Allgem. Maschinenlehre Preisrichter war, die betreffenden Maschinen nur loben musste und nur bedauert, dass hier der Raum fehlt, um Abbildungen aus dem illustrirten Cataloge der Gesellschaft aufnehmen zu können. Abbildungen finden sich ferner auch in Prof. Bach's 1883 in Stuttgart erschienenen Specialwerke „Die Construction der Feuerspritzen“, S. 101 (Dampfkessel) und S. 121 (Dampfmaschinen und Pumpen), an letzterer Stelle unter der Ueberschrift: „Dampfpumpen der Spritzen der Silsby Manufacturing Co., Island Works, Seneca Falls N. Y.

2) Die Hauptdimension dieser Dampfspritze sind folgende:

Ein besonderer 6 Minuten lang dauernder Versuch zeigte, dass bei 140 Schwungradumläufen (oder 140 Doppelhüben der Kolben) in jeder Minute 825 Liter Wasser verspritzt wurden (100 Liter mehr als garantirt). Der Ankaufspreis der Maschine (und von der Stadt Hannover gezahlt) beträgt 10 800 Mk.

Zu beachtenswerthen Versuchen mit Dampfspritzen gehören auch die, welche in Leipzig im Jahre 1877 auf Veranlassung des Magistrats der Stadt Leipzig unter Leitung des Regierungsrathes Professor Dr. Hartig angestellt wurden[1]).

Die eine dieser Spritzen war von Jauck in Leipzig erbaut[2]), die andere aus der bereits vorher (S. 449) genannten Silsby Manufacturing Company (im Staate New-York) bezogen. Bei den vergleichenden Versuchen schlug die Silsby-Spritze die Jauck'sche in fast allen Eigenschaften, wie Schnelligkeit der Dampferzeugung[3]), Löschfähigkeit, Kohlenverbrauch, Wassermenge etc., wobei sich ausserdem die rotirenden Doppelkolben (sowohl Dampfmaschine als Wasserpumpen) ganz vorzüglich dauerhaft zeigten und zwar (wie unsere Quelle, Civiling. 1879, S. 510) zufolge Anordnungen, welche die Firma Silsby geheim hält.

Der Verfasser benutzt hierbei die Gelegenheit, auf die ebenfalls vom Herrn Prof. Hartig geleiteten vergleichenden Versuche mit Feuerspritzen aufmerksam zu machen, welche bei Gelegenheit des im Jahre 1880 in Dresden abgehaltenen XI. Feuerwehrtages angestellt wurden. Ausführlicher Bericht hierüber wird im Civilingenieur, Jahrg. 1880, S. 379 etc. abgestattet. Ganz besonders hervorzuheben ist hieraus die vom Prof. Kellerbauer angeordnete „Fangrinne"[4]) statt der bei den Versuchen in London, Hamburg und Braunschweig angewandten Fangschläuche, um das wirklich zur Feuerstelle gebrachte Wasserquantum möglichst genau zu ermitteln.

Ganz besonderes Verdienst um die Construction höchst brauchbarer Dampffeuerspritzen, mehr oder weniger unter Zugrundelegung der besten

Dampfcylinder 135 mm Durchmesser,
Hub der Dampfkolben 250 mm,
Pumpencylinder 100 mm Durchmesser,
Hub der Pumpenkolben 250 mm.

Ueber weitere Details und Constructionsverhältnisse berichtet das Hannoversche Gewerbeblatt vom 5. November 1881, S. 714.

1) Der „Civilingenieur", Jahrgang 1879, S. 497.

2) Ueber die Jauck'schen Spritzen berichtet auch Prof. Bach in seinem Werke: „Die Construction der Feuerspritzen", Leipzig 1883.

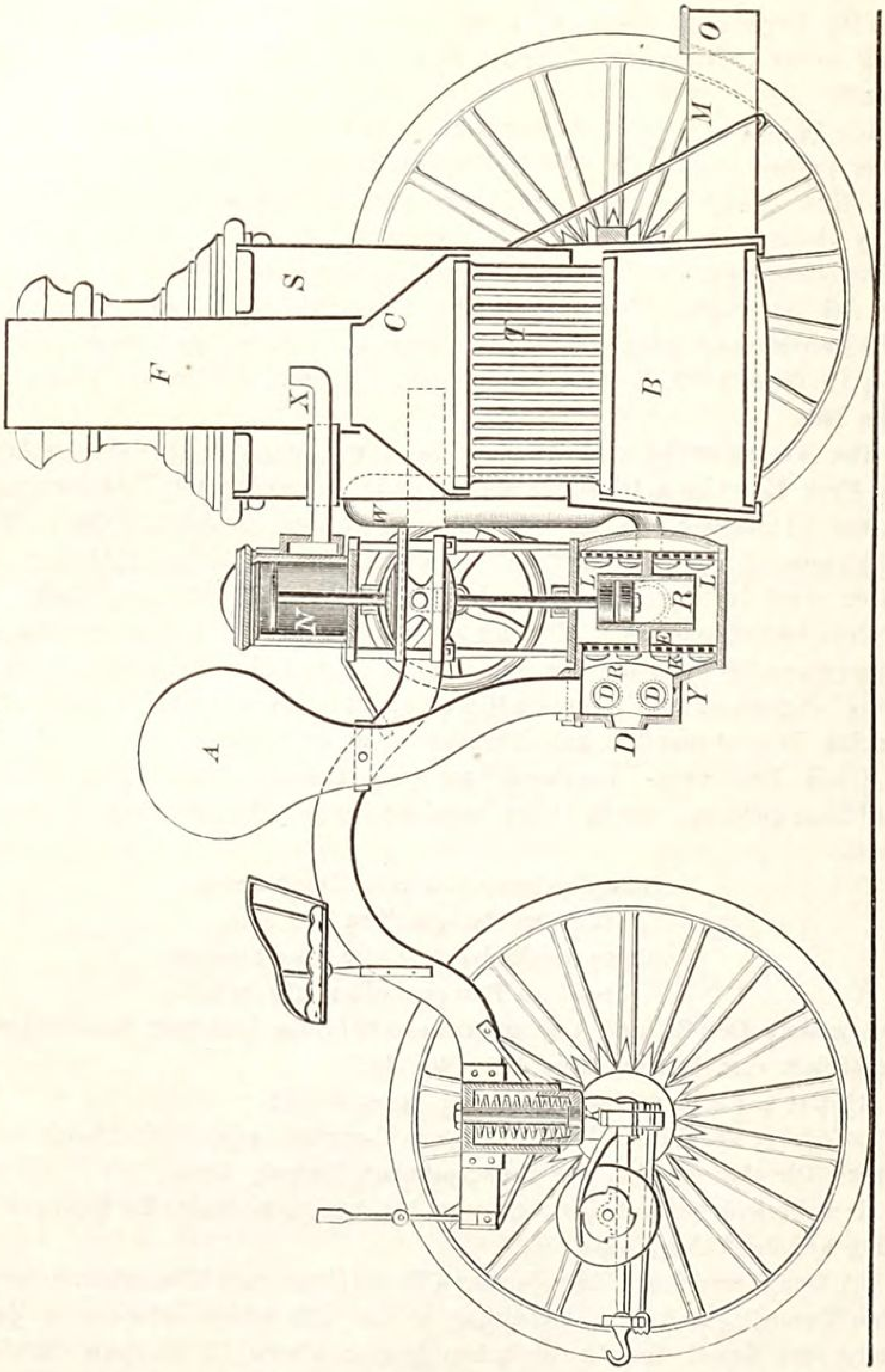
Der Bericht beginnt daselbst Seite 142 und zwar unter Beifügung einer Abbildung auf der lithog. Tafel 36.

3) Der Kessel der Silsby-Spritze (Feuerröhren und Wasserröhren combinirt) machte Dampf von 3 Atm. Spannung in der Zeit von 8 Minuten 49 Secunden, während der Kessel der Jauck'schen Spritze hierzu 19 Minuten 43 Secunden bedurfte. Die Löschfähigkeit von S : J war 100 : 71. Die ausgeworfene Wassermenge S : J wie 1287 : 1066. Der Kohlenverbrauch S : J = 90 : 110. Die Dampfleistung S : J = 149 : 338 etc.

4) Auch im Bach'schen Werke: „Die Construction der Feuerspritzen" (1883), S. 25 beschrieben und durch Abbildungen auf Tafel 21, Fig. 9, erläutert.

amerikanischen und englischen Muster, haben sich Prof. Bach (in Stuttgart) und die Lausitzer Maschinenfabrik (vorm. J. F. Petzold) in Bautzen (Kgr. Sachsen) erworben. Die Herren sind dabei, hinsichtlich Construction und Manöverirfähigkeit, zu einer bedeutenden Vollkommenheit gelangt, die

Fig. 397.



kaum noch höher zu bringen sein dürfte. Leider gestattet es der Raum unseres Buches nicht, die schönen Abbildungen der Bautzener (Bach'schen) Dampfspritzen hier wiederzugeben, welche sich namentlich auf den Tafeln 32 und 33 des wiederholt genannten Bach'schen Werkes (Text S. 136 etc.) vorfinden.

Sowohl um an die Dampffeuerspritzen der Philadelphia-Ausstellung von 1876 zu erinnern, als auch um eine derartige Maschine mit dem bereits gerühmten gefälligen Wagenkörper, ferner um auch ein Modell mit vertikal gestelltem Dampfcylinder und Pumpen zu liefern, entlehnen wir nebenstehenden Holzschnitt, Fig. 397, dem Theile des amtlichen Berichtes der internationalen Jury (Proben mit Wasserrädern, Dampffeuerspritzen etc.), welcher auf Veranlassung des Königlich Preussischen Ministers für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten in's Deutsche übertragen wurde[1]).

Ueber diese von Could gelieferte Spritze wird S. 69 unserer Quelle Folgendes gesagt:

„Der Kessel *T* ist als vertikaler Röhrenkessel mit senkrechten Rauchröhren (Feuerröhren) construirt. Die Vortheile dieses Systems über andere Kessel von Dampffeuerspritzen sind:

1) Dass die Feuerkiste *B* kegelförmig hergestellt ist, was einen grossen Rost zulässt, wodurch ebenso wie durch die Neigung der dem Feuer ausgesetzten Wände von *B* die Verdampfung ohne Vermehrung des Eigengewichts beschleunigt werden soll, während die Wassersäule, welche oben breiter als am Boden ist, eine bessere Circulation bewirkt, als wenn sie ganz gerade wäre.

2) Die Rauchkammer *C* ist konisch und aus einer Blechplatte hergestellt. Diese Form giebt, wie man sagt, die grösste Stärke, den besten Zug, nimmt weniger Platz im Dampfraume fort und hat gerade in diesem dem Lecken sehr ausgesetzten Theile eine Fuge weniger."

Von der Pumpe *R* liefert unsere Quelle (a. a. O., S. 70) grössere Durchschnittsfiguren. Nimmt man den unteren Deckel der Pumpe ab, so können Kolben und Ventilplatten leicht herausgenommen, gereinigt und reparirt werden. Die Kolbendichtungen bestehen aus tassenförmig gebogenen Lederscheiben, von denen je zwei, mit den convexen Seiten aneinander, an jedem Kolben angebracht sind. Alle sonstigen in Fig. 397 durch Buchstaben markirten Theile verstehen sich von selbst, so die Dampfmaschine *N*, das in den Schornstein *F* mündende Dampfausblasrohr *X*, der Windkessel *A* etc. etc.

„Zu den allerjüngsten deutschen Bemühungen, die Dampffeuerspritze zu verbessern, gehört deren Combination mit dem Extincteur durch den Branddirector Herrn Major Witte in Berlin und Herrn Prof. Bach in Stuttgart[2]).

Zweck dieser Combination ist „Schaffung eines Löschapparats, welcher mit geringer Bedienungsmannschaft sofort zum ersten Angriffe gegen das Feuer vorgeht und denselben continuirlich fortsetzen kann. Der erste Theil dieser Aufgabe wird gelöst durch den Extincteur, welcher das Wasser zum Löschen und die zur Bewegung des letzteren erforderliche mechanische Arbeit mit sich führt. Der zweite Theil wird durch die Dampffeuerspritze selbst gelöst.

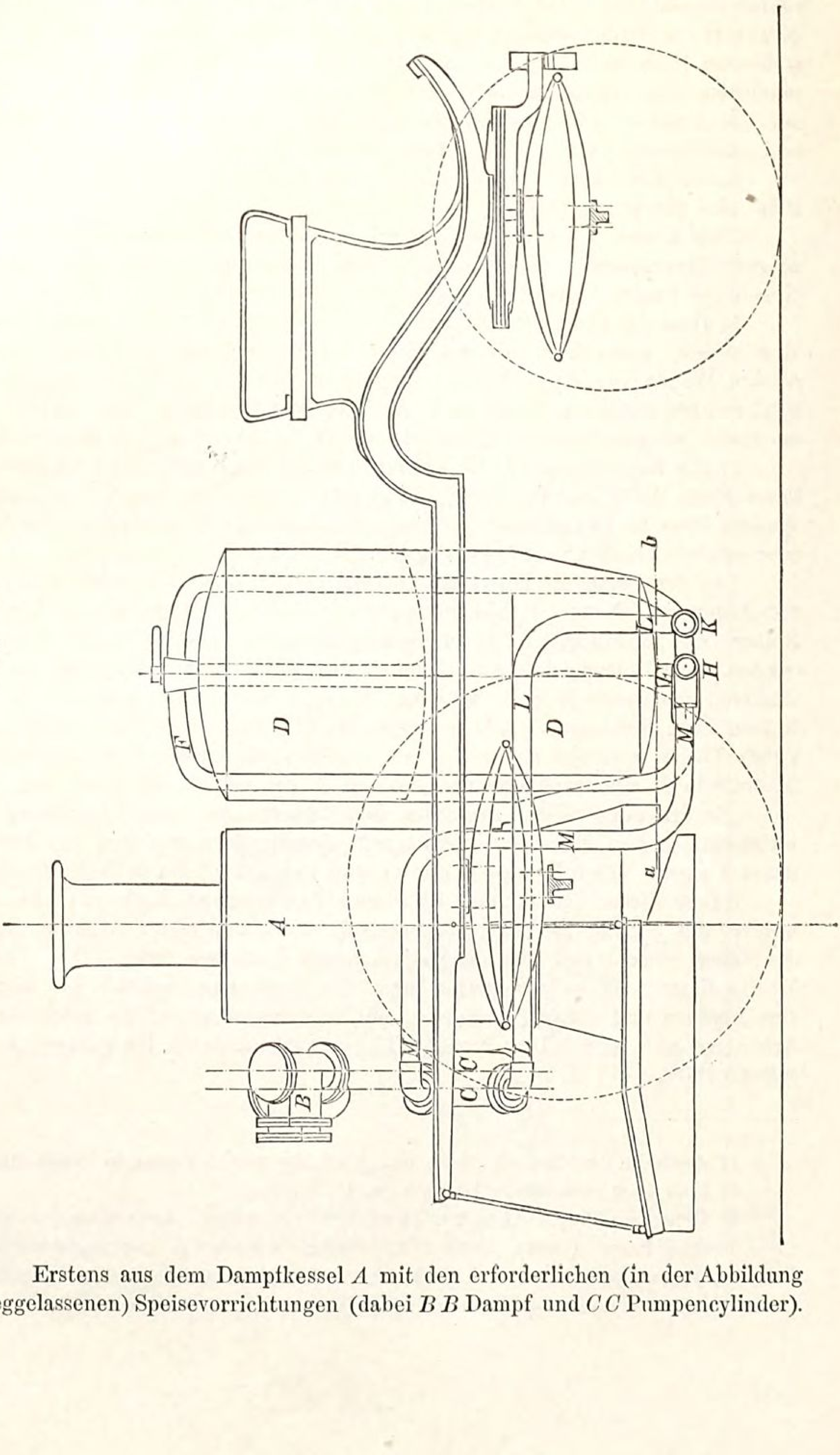
1) Auch im Buchhandel erschienen. Carl Heymann's Verlag in Berlin, 1879.

2) Man sehe namentlich Bach a. a. O., S. 98.

3) Deutsches Patent vom 29. Juni 1879, Nr. 8749. Auch Bach's Werk „Die Feuerspritzen" (1883), Seite 139. Hierbei wird auch das Verfahren des Dr. Raydt in Hannover (Deutsches Reichs-Patent Nr. 15 039) erörtert, tropfbar flüssige Kohlensäure in das zu verspritzende Wasser einzuleiten.

Fig. 398 und 399 sind Skizzen der neuen Dampffeuerspritzen mit Extincteur von Witte und Bach, die aus folgenden Hauptheilen bestehen:

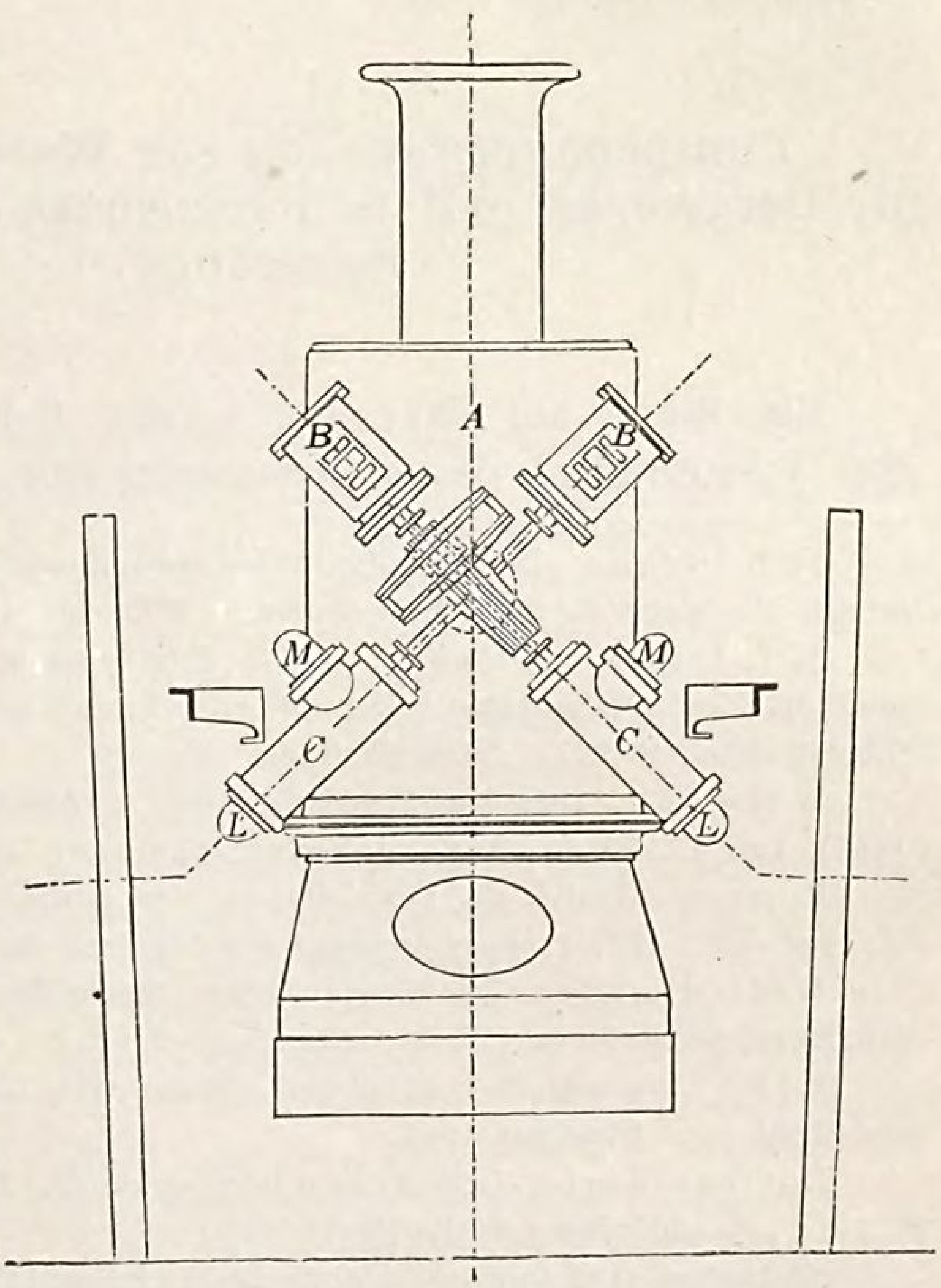
Fig. 398.



Erstens aus dem Dampfkessel A mit den erforderlichen (in der Abbildung weggelassenen) Speisevorrichtungen (dabei $B\,B$ Dampf und $C\,C$ Pumpencylinder).

Zweitens aus dem Doppelextincteur *D*. Letzterer ist mit Wasser gefüllt, welches doppeltkohlensaures Natron aufgelöst enthält. Dabei ist die Wassermasse so bemessen, dass der erste Angriff mit genügender Intensität erfolgen kann und nicht eher erlahmt, bis das Pumpwerk arbeitet. Im Gebrauchsfalle wird mittelst einer Handpumpe Säure in den Extincteur gedrückt, in dessen Innerem für möglichst schnelle Vertheilung der letzteren Sorge getragen ist. Das durch die Entwicklung der Kohlensäure unter Druck gesetzte Wasser wird mittelst der Rohrleitungen *F F* nach dem Druckrohre *G* und den bei *H H* anzukuppelnden Druckschläuchen geleitet und zum Spritzen verwendet. Ist das eine Extincteurgefäss, etwa das obere, entleert, so erfolgt dessen Abschluss gegen die Rohrleitung *F* und die Herstellung mit dem Saugrohre *K*. Von letzterem Rohre aus führen andere Röhren *L L* nach den Saugräumen der beiden Pumpen *C C* (sofern das Pumpwerk eine Zwillingspumpe ist). Die Druckräume der letzteren stehen durch Röhren *M M* mit dem Druckrohre in Verbindung etc. etc.

Fig. 399.



Während nun der untere Extincteur noch Wasser nach der Brandstätte liefert, können die Dampfpumpen *B C* angelassen werden. Die zunächst geförderte Luft wird durch einen Hahn in's Freie gelassen, der zu schliessen ist, sobald das angesaugte Wasser erscheint.

Hervorzuheben dürfte noch sein, dass, mit Rücksicht und im Interesse der Manöverirfähigkeit des ganzen Baues, die Länge des Fahrzeuges nicht zu gross werden sollte — das Dampfpumpwerk *B C* hinter den Kessel *A* placirt wurde.

Leider haben die Dampfspritzen in jüngster Zeit an den immer mehr in Anwendung kommenden Wasserkünsten zur Versorgung von Städten (über 5000 Einwohner)[1]) mit sogenannten Hochreservoirs, eine mächtige Concurrenz gefunden, so dass, beispielsweise in der Stadt Hannover, wo fast überall eine Wasserdruckhöhe von 30 Meter (man sehe meine Hydromechanik, zweite Auflage, S. 542) zu Gebote steht, mindestens bei Feuersgefahren der Innenstadt, die sonst sehr nützlichen Dampffeuerspritzen fast gar nicht mehr zur Verwendung kommen.

Pumpenanordnungen zur Wasserförderung für Bergwerke und Salinenzwecke (Wasserhaltungsmaschinen)[2]).

§. 20.

Mit Bezug auf das, was bereits Band I und Band IV, über Wasserräder, Wassersäulenmaschinen und Dampfmaschinen

1) E. Grahn „Die Art der Wasserversorgung der Städte des deutschen Reichs, mit mehr als 5000 Einwohnern." München und Leipzig 1883.

2) Literatur: Combes, Traité d'exploitation des mines, T. III. oder Handbuch der Bergbaukunst. Deutsch von Hartmann. Weimar 1845. Bd. 2, Elftes Kapitel, S. 207: „Wasserhaltung."

Weisbach, Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, Zweite Abthl., Zweite Auflage (1880), von §. 156 an „Wasserhaltungsmaschinen".

Ponson, Traité de l'exploitation des mines de Houille. Liège 1853. III. Sect. pag. 432: Pompes appliquées à l'épuisement des eaux des mines.

Redtenbacher, Der Maschinenbau. Dritter Band, 1865, S. 253: Grubenentwässerungsmaschinen (Wasserhaltungsmaschinen).

Kley, Die einfach und direct wirkenden Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen etc. Stuttgart 1865.

Lottner-Serlo, Leitfaden zur Bergbaukunde. Zweiter Band, 9. Abschnitt, S. 332: „Wasserhaltung." Berlin 1873.

Nächstdem sind folgende periodische Werke und Zeitschriften zu empfehlen:

Journal et Annales des mines von 1796—1886.

Institution of mechanical engineers. Proceedings. 1847—1886.

v. Rittinger, Erfahrungen im berg- und hüttenmännischen Maschinen-, Bau- und Aufbereitungswesen. Jahrg. 1851—1870.

v. Carnal, Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate. Berlin 1853—1886.

Portefeuille de John Cockerill, ou description de machines d'épuisement, d'extraction etc. Paris et Liège 1855—1874.

Sammlung von Zeichnungen für die Hütte. 1854—1885.

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1857—1886.

Cuyper, Revue universelle des mines etc. Paris et Liège 1857—1886.

Riedler, Indicatorversuche an Pumpen- und Wasserhaltungsmaschinen. München 1881.

als Motore zum Fördern mittelst Pumpen beim Bergwerks- und Salinen-Betriebe vorgetragen und erörtert wurde, dürfte es für unsere Zwecke genügen, den betreffenden Gegenstand durch folgende Uebersicht einzuleiten:

Classification
der Pumpenanordnungen für Bergwerks- und Salinenzwecke.

I. Wasserrad-, II. Wassersäulenmaschinen-, III. Dampfmaschinen-[1]), IV. Windrad-Betrieb.

Aufstellung zu Tage.
Aufstellung im Schachte.

Steife Gestänge von Holz, Eisen oder Stahl.
Wassersäulengestänge.
Luftsäulengestänge.

Ueber den Betrieb von Bergwerkspumpen durch verticale Wasserräder (Wasserradkünste) wurden bereits S. 337 hinlängliche Mittheilungen gemacht. Weiteres findet sich u. A. bei

1) Nach Hasslacher lassen sich die durch Dampfmaschinen betriebenen Pumpwerke folgendermaassen eintheilen:

A. Rotirende oder Kurbelmaschinen.

1. Mit einem Cylinder (liegend oder stehend).
2. Mit zwei Cylindern.

B. Nicht rotirende Maschinen.

a. Einfach wirkende.
 1. Mit einem Cylinder.
 α. Indirect wirkende (Balanciermaschinen).
 β. Direct wirkende.
 2. Mit zwei Cylindern.
 α. Von gleichem Rauminhalte (gekuppelte Maschinen).
 β. Von verschiedenem Rauminhalte (Woolf-Sims.'sche Maschinen).
b. Doppeltwirkende.
 1. Direct wirkende mit einem Cylinder.
 2. Direct wirkende mit zwei Cylindern.

Nach dieser Gruppirung bespricht ausführlich, ebenso lehrreich wie interessant, Hasslacher die Wasserhaltungsmaschinen und Pumpensysteme, welche in Westphalen in Anwendung sind, in der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate, XVII. Bd. (1869), Abschnitt B. (Abhandlungen). S. 303—340.

Hülsenberg, „Ueber direkt wirkende Dampfpumpen". Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Jahrgang 1884, S. 867 und S. 908. Ferner Jahrg. 1885, S. 409 und 429. Der Verfasser giebt eine interessante Uebersicht (vorzugsweise seit Worthington im Jahre 1845 bis zur Gegenwart) und theilt hierzu das ganze Gebiet in sechs Gruppen, überall mit Abbildungen begleitet.

Weisbach[1]) und im Freiberger Jahrbuche für den Berg- und Hüttenmann[2]). Letztere beiden Quellen geben auch Anhaltspunkte über sogenannte Turbinenkünste, d. h. Bergwerkspumpenbetriebe, wo der Motor eine Turbine ist[3]).

Wassersäulenmaschinen für gleiche Zwecke wurden Bd. I hinreichend besprochen, oder auf solche durch Quellenangaben hingewiesen. Es wird genügen, hier durch unten notirte Literatur zu ergänzen[4]).

Windkünste werden vorzugsweise bei Salzwerken in Anwendung gebracht, worüber schon Bd. 1, S. 390 (erste Auflage) und S. 485 (zweite Auflage) (Windkünste in Dürrenberg zum Betriebe der Soolpumpen) berichtet wurde. Weisbach liefert (a. a. O. Bd. 3, zweite Abthl., zweite Auflage (1880) S. 929, Fig. 658 die Skizze einer solchen Windkunst mittelst zweier Zahnradvorgelege.

Die Bergwerkspumpen mit Dampfmaschinenbetrieb (die sogenannten Dampfkünste), nach der S. 467 (Note) gegebenen Uebersicht vollständig zu besprechen, erlaubt hier Raum und Zweck nicht, weshalb nur allgemeine Bemerkungen Platz finden, sodann aber einige (neuere) spezielle, interessante Fälle erörtert werden sollen.

Zunächst werde bemerkt, dass fast alle älteren Wasserhaltungs-Dampfmaschinen der Hauptsache nach einfachwirkende Cornwall-Dampfmaschinen ohne Rotationsbewegung, mit Balancier, Kataraktwirkung etc., kurz Maschinen waren, wie solche bereits im Abschnitte „Wasserversorgung der Städte“ ausführlich besprochen wurden.

Dieses Maschinensystem zu verbessern, zu vereinfachen, seine Leistungen zu erhöhen und dessen Anschaffungskosten zu verringern, ist seit circa 20 Jahren das eifrigste Bestreben aller Betheiligten[5]).

1) Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 915 (erste Auflage).

2) Schwamkrug, Beschreibung des Turbinengezeuges auf Churprinz Friedrich August Erbstollen: Jahrbuch f. d. Berg- und Hüttenmann auf das Jahr 1853, S. 24.

3) Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, Zweite Abthl., Zweite Auflage (1880), §. 158, S. 927 (Kunstgezeuge), S. 933 (Radkünste), S. 937 (Wassersäulenkünste), S. 958 (Wasserhaltungs-Dampfmaschinen).

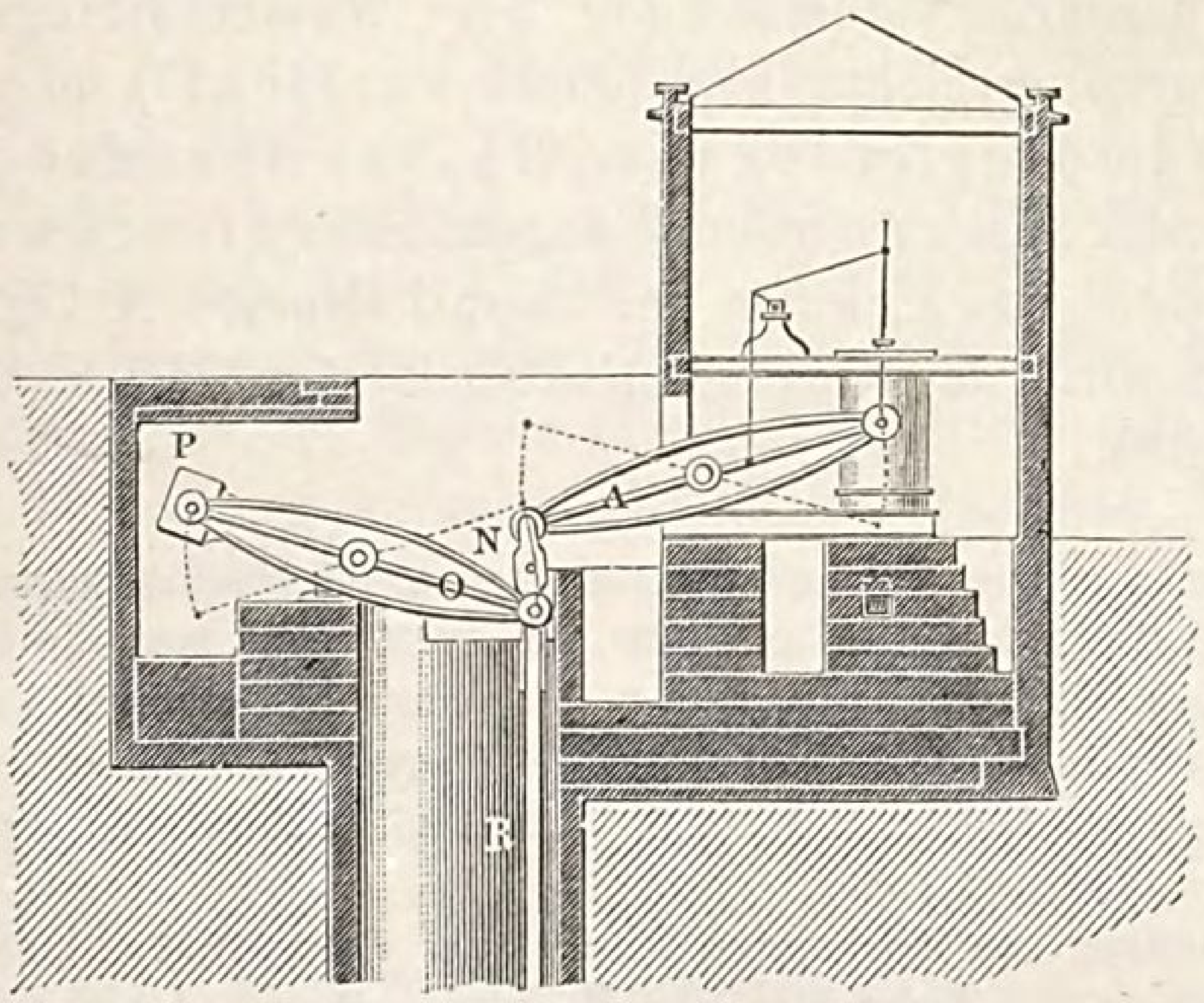
4) Ueber Wassersäulenmaschinen zur flachen Wasserhaltung auf einigen Gruben bei Saarbrücken. Zeitschrift f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen, Bd. 19 (1871), S. 175.

Ueber die Wasserhaltung in Separatabteufen mittelst kleiner Wassersäulengezeuge. Jahrbuch f. d. Freiberger Berg- und Hüttenmann. Jahrg. 1872, S. 157

5) Ueber derartige Bemühungen englischer Ingenieure berichtet ausführlich

Zu den beachtenswerthen Erfolgen dieser Bestrebungen gehört unter Anderem eine Maschinengattung, welche der rühmlichst bekannte William Fairbairn im Jahre 1851 in England für die Astley'sche 700 Yards tiefe [1]) Steinkohlengrube zu Dukinfield (unweit Manchester) lieferte [2]) und die noch heute zur Zufriedenheit der Besitzer arbeitet. Man erkennt bald, dass der Constructeur den schwerfälligen grossen Balancier und ins-

Fig. 400.



besondere dessen gewaltiges Fundament durch zwei unten liegende Balanciers (ähnlich den älteren Maschinen der Ruderrad-Dampfschiffe) *A A* zu umgehen verstanden hat, welche zu beiden Seiten des Cylinders der einfachwirkenden Cornwall-Dampfmaschinen (ohne Rotationsbewegung, aber mit Kataraktsteuerung, Hochdruck, Expansion und Condensation arbeitend) gelagert sind. Während das rechte Ende der Seitenbalanciers in bekannter Weise mit dem Kreuzkopfe der Kolbenstange verbunden ist, hat man die anderen Enden

Thomas John Tyler in Newcastle on-Tyne in den Proceedings der Instit. of mech. engineers vom Jahre 1859, S. 15 ff. unter der Ueberschrift: On the progressive application of machinery to mining purposes." Einigen Beitrag hierzu liefern auch die Nachträge in Kley's vortrefflichem Werke „Die Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen". Stuttgart 1865 (von S. 86 an), ferner Weisbach's Abhandlung „Fortschritte des Berg-Maschinenwesens in den letzten 100 Jahren". Freiberg 1867 (2. Theil einer Festschrift).

1) Yard = 3 Fuss englisch = 3 . 0,305 = 0,915 Meter. Die ganze Schachttiefe beträgt demnach 2100 Fuss englisch = 613 Meter. Die Schachtweite ist 12 Fuss engl. = 3,66 Meter.

2) Unsere Quelle, die Proceedings der in Note 2, S. 466 genannten Gesellschaft vom 19. Decbr. 1855, worin auch (Plate 33 und 34) die Dampfmaschine speciell abgebildet und pag. 179 beschrieben ist. Der Cylinder hat 70 Zoll engl. Durchmesser, der Kolben 8 Fuss Hub etc.

durch ein für die Parallelführung passendes Gehänge *N* mit einem zweiten Balancierpaare *OO* vereinigt, ferner links mit einem Gegengewichte *P* belastet, und rechts die Stangen *R* der aus sechs Sätzen bestehenden Plungerpumpen (ganz nach Fig. 317, S. 361, angeordnet) aufgehangen. Erwähnt zu werden verdient wohl noch der Umstand, dass der 12 Fuss weite Schacht *R* auch als Förderschacht benutzt wird, worüber (mit Hinweisung auf das sogenannte Triebwerk) unsere englische Quelle gleichfalls ausführlich berichtet.

Eine fernere Vereinfachung der Wasserhaltungsmaschinen für Bergwerke erreichte man durch vertical [1]) oder geneigt [2]) stehende Dampfcylinder unmittelbar über der Schachtöffnung oder durch Anordnung sogenannter direct wirkender Dampfmaschinen, wobei der Hauptbalancier *A* Fig. 400 ganz entbehrlich wird, der Gegengewichtsbalancier *PON* aber beizubehalten ist [3]).

1) In sehr schönen Zeichnungen des oben erwähnten „Portefeuille de John Cockerill", T. I. Liège et Paris 1859, Pl. 63 ff. findet man die direct wirkenden Bleiberger Wasserfördermaschinen mit vertical gestelltem Dampfcylinder. Ferner eine ebenso schöne Maschine der Kohlengrube Laumonier bei Lüttich abgebildet und besprochen im Bulletin de la Société de l'industrie minérale. T. I. Saint Etienne 1855 und 1856.

2) Sammlung von Zeichnungen f. d. Hütte. Jahrg. 1858, Bl. 33a, b. Wasserhaltungsmaschine der Zeche Flor und Flörchen. Ferner Jahrgang 1867, Blatt-5a, b, c. Tonnenlägige Wasserhaltungsmaschine auf Zeche Argus bei Hörde. Endlich auch Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. V, 1861, S. 73. Verschiedene Constructionen tonnenlägiger Wasserhaltungsmaschinen.

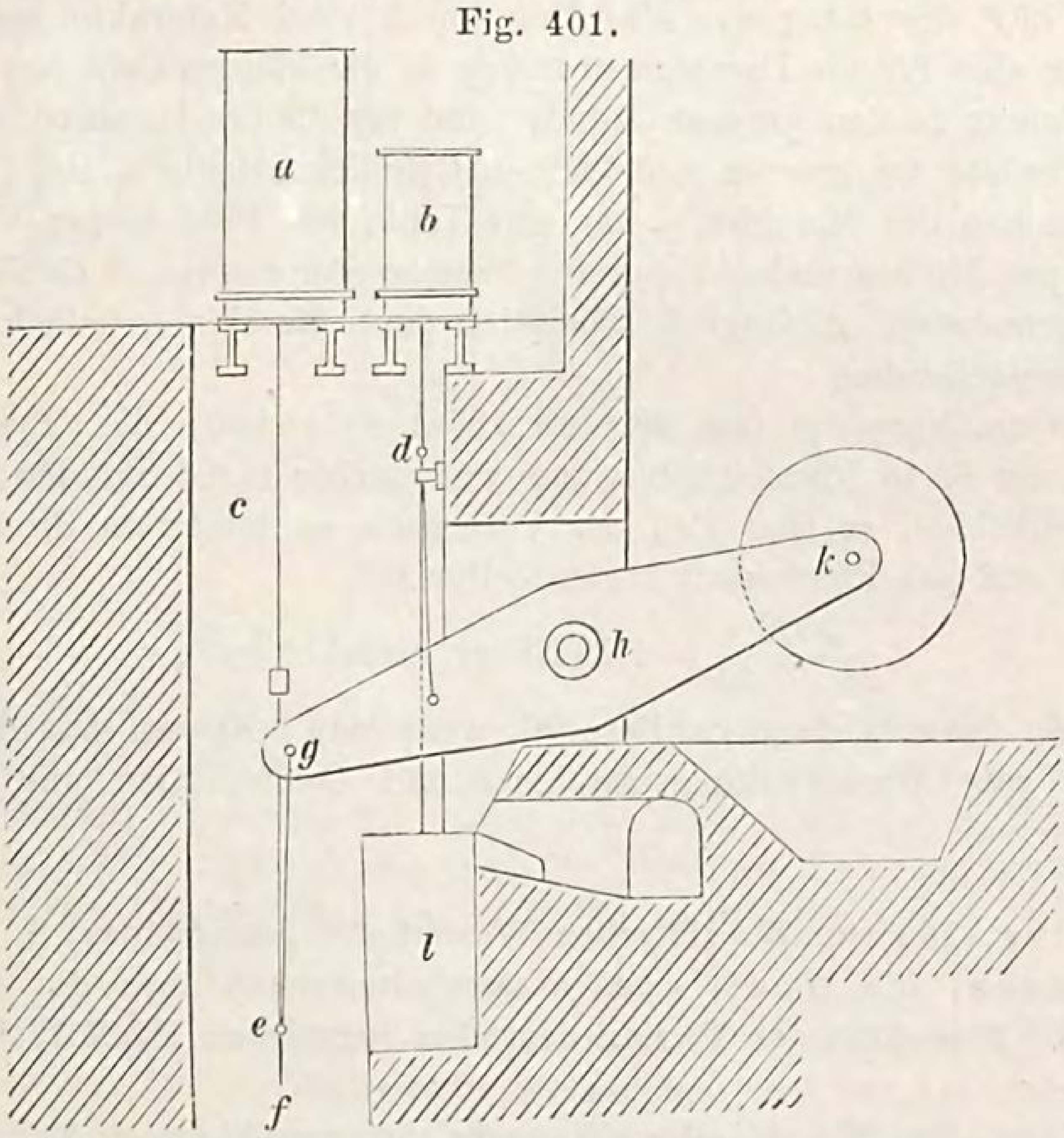
3) Ueber die Zeit der Einführung dieser direct wirkenden Wasserhaltungs-Dampfmaschinen in England hat der Verfasser keine bestimmte Auskunft erlangen können, weder in Karsten's Archive, Bd. 21, S. 363, durch Dieck's sonst ausführliche Abhandlung über englische Wasserhaltungsmaschinen, noch durch Taylor in dessen vorher citirtem Aufsatze: „On the progressive application of machinery to mining purposes". In letzterer Quelle wird nur ein betreffendes Diagramm der directen Dampfmaschinenaufstellung bei der Besprechung der dritten Kohlengruben-Periode gegeben mit der Bemerkung: „Attemps are being made to dispense with the cumbrous weight of beams, by placing the pumping engine vertically over the mouth of the pit, the pump rod being worked direct by the steam cylinder". (Jedenfalls geschah es nicht vor 1807, wo Maudslay zuerst den Muth hatte, Dampfmaschinen ohne Balancier zu construiren. Man sehe deshalb Bd. 1, S. 426 [erste Auflage] und S. 522 [zweite Auflage]).

Vergleichsweise besprochen werden die direct wirkenden und Balancier-Dampfmaschinen für Wasserhaltungszwecke besonders im Jahrg. 1856 (pag. 7—24, mit Abbildungen auf Plate 41) der Proceedings of mechanical engineers.

Zu Gunsten der Balanciermaschinen führt man gewöhnlich an, dass sie den Raum auf der Schachthängebank nicht beengen und in dem Seilthurme (Fig. 400) eine bequeme Gelegenheit bieten, zum Aufstellen eines Dampfkabels für den Einbau der Schachtsätze und des Gestänges; dass das Fundament nicht direct

Ein grosser Uebelstand dieser eincylindrigen (direct wirkenden) Dampfmaschinen waren jedoch die oft furchtbaren Stösse und Brüche, welche eintraten, wenn man diese mit einigermaassen starker Expansion arbeiten liess [1]), weshalb es nicht genug gerühmt werden kann, dass sich der Civil-Ingenieur Kley in Bonn bemühte, die (zweicylindrige) Woolf'sche Dampfmaschine, in directer Aufstellung zur Wasserförderung aus tiefen Schächten brauchbar zu machen. Wie bei den Schiffsdampfmaschinen liegt der Vortheil der Woolf'schen Maschine für gegenwärtige Zwecke gegenüber der eincylindrigen Maschine besonders in der viel grösseren Gleichförmigkeit des Dampfdruckes und deshalb nicht zu sehr verschiedener Inanspruchnahme der Festigkeit aller arbeitenden Theile, ferner darin, die Expansion bei einfachwirkenden Maschinen auch ohne Drehbewegung sehr weit zu treiben, ohne bedeutende Regulirungsmassen beanspruchen zu müssen.

Fig. 401.



über oder neben dem Schachte, sondern 6 bis 9 Meter von demselben entfernt liegt, also grössere Sicherheit für den Schacht biete; dass die verschiedenen Organe der Maschinen leicht zugänglich sind und daher leichter untersucht und reparirt werden können etc. (In der Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate, Bd. 17, 1869.)

1) C. Kley in dem bereits oben (S. 466) citirten Werke über die Woolfschen Wasserhaltungsmaschinen der Grube Altenberg bei Aachen, S. V. u. S. 25.

Die beiden ersten derartigen Kley'schen Maschinen, von Marcellis in Lüttich und Wöhlert in Berlin erbaut, kamen 1862 auf der Galmeigrube für den Altenberg bei Aachen in Betrieb. Ihre Disposition erhellt aus der Fig. 401 [1]).

Die beiden Dampfcylinder *a* und *b* stehen (jeder) auf zwei schmiedeeisernen Langträgern, welche nach der Frontseite hin auf gehobelten Gussplatten und diese auf dem Fundamentmauerwerke ruhen [2]).

Die Verlängerung der Kolbenstange *c* des grossen Cylinders bildet das Schachtgestänge *f*. Der Contrebalancier *hk* steht vermittelst einer Zugstange *ge* mit dem mittleren Theile des Schachtgestänges in Verbindung. Der Contrebalancier ist aus Blech konstruirt mit aufgenieteten Gussnüssen zur Aufnahme der Mittelachse *h* und der Zapfen für verschiedene Zugstangen. In der Mitte zwischen Mittelachse *h* und Endzapfen *g* greifen aussen, nach oben gehend, noch zwei schmiedeeiserne Zugstangen an, welche vermittelst einer Traverse mit der Kolbenstange *d* des kleinen Cylinders verbunden sind. Letztere Kolbenstange geht nach unten durch einen Schlitz des Contrebalanciers und ist mit der Stange der Luftpumpe *l* gehörig verkuppelt.

Aehnlich wie bei der Magdeburger Wasserkunst-Maschine (S. 412. Fig. 364) wird auch hier der Gang der Maschine durch zwei Katarakte regulirt, von welchen der eine für die Dampfeinströmung in die kleinen Cylinder, ferner für die Einströmung in den grossen Cylinder und für die Condensation, der andere für Gleichgewicht im grossen und kleinen Cylinder arbeitet. Bei Berechnung der Dimensionen der Maschine [3]) war eine Teufe von 115,5 Meter, eine grösste Hubzahl 9 pro Minute und ein grösstes Wasserquantum von 6 Cubikmeter pro Minute angenommen. Anfänglich arbeiteten die [4]) Maschinen jedoch nur mit $^1/_5$ ihrer Maximalbelastung.

Bei einem Versuche (am 28. Juli 1864) entwickelte die Maschine eine Nutzarbeit von 65,46 Pferdekräften und verbrauchte in 24 Stunden 2800 Kilogramm Steinkohlen, so dass sich der Verbrauch an letzterem Brennmateriale pro Stunde und pro Pferdekraft herausstellte auf

$$\frac{2800}{24 \,.\, 65{,}46} = 1{,}78 \text{ Kilogr. Steinkohlen}$$ [5]),

jedenfalls ein äusserst günstiges Resultat, wenn man beachtet, dass gleich starke gewöhnlich gute Wasserhaltungsmaschinen mit Condensation und schwacher

1) Kley, Die etc. Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen, S. 17, Fig. 3.

2) Nauen, Die Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen des Altenberges bei Aachen. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XII, Jahrg. 1868, S. 18.

3) Kley, Die Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen S. 26. Der Durchmesser des grossen Dampfcylinders beträgt 1,70 Meter, der des kleinen 1,20 Meter. Der grösste Hub des ersteren ist 3,0 Meter, der des letzteren (halb so gross) nur 1,50 Meter. Die höchste absolute Dampfspannung in der Maschine wurde 40 000 Kil. pro Quadratmeter angenommen. Der Durchmesser der Pumpenplungerkolben ist 0,55 Meter.

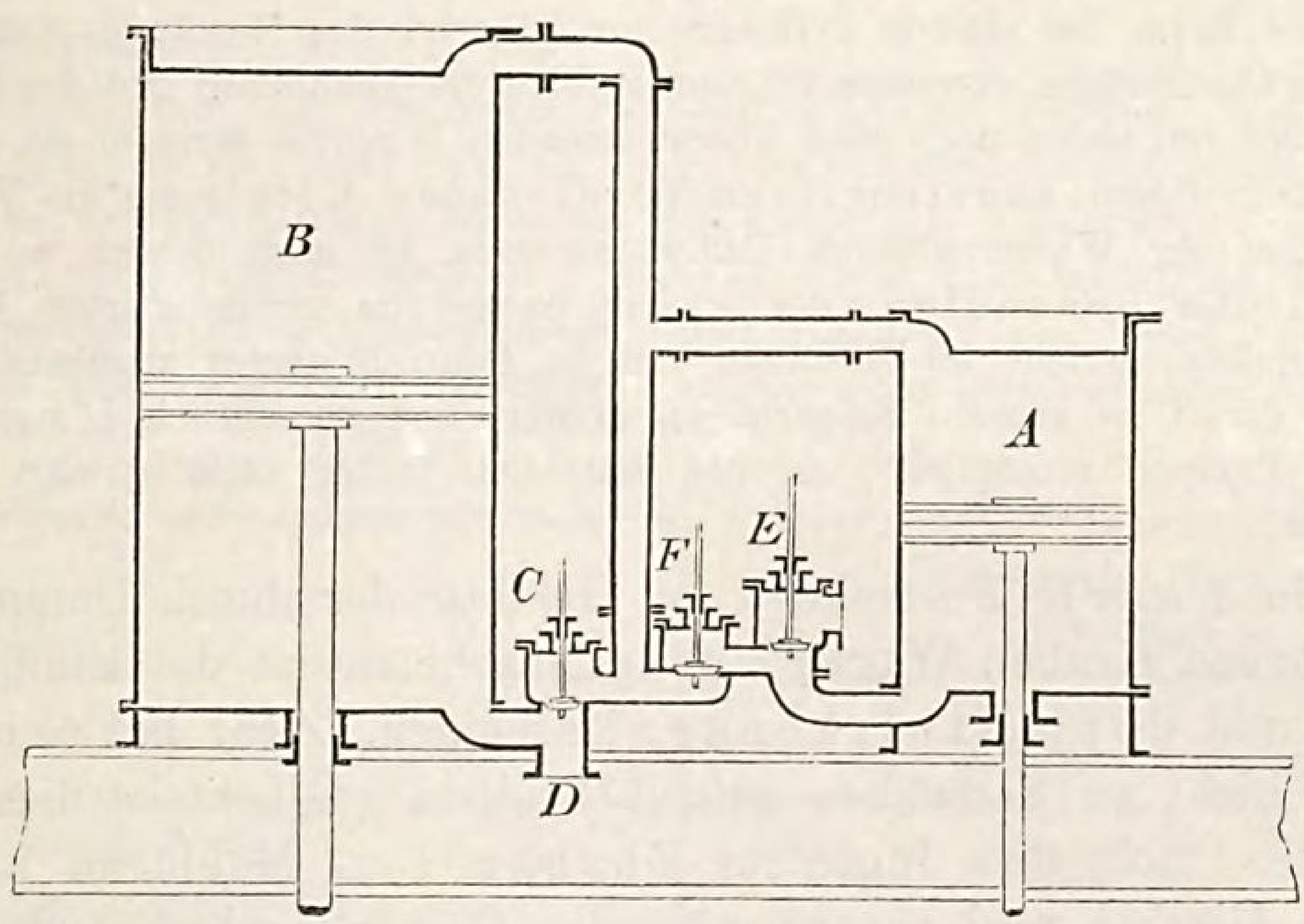
4) Ebendaselbst S. 64.

5) Ebendaselbst S. 79.

Expansion $3^1/_2$ bis 4 Kilogramm pro Stunde und pro Pferdekraft consumiren und dass beinah vollständig belastet eincylindrige Cornwaller Expansionsmaschinen von dreifacher Stärke 2,6 bis 3 Kilogramm Kohlen pro Stunde und pro Pferdekraft verbrauchen [1]).

Kley hat auch eine weitere Verbesserung seines Maschinensystemes vorgenommen, darin bestehend, die Sims'sche Anordnung (Bd. 1, S. 431, Fig. 272 erste Auflage und S. 528, Fig. 343 zweite Auflage) mit der seinigen zu verbinden, wodurch vor Allem erreicht wird, dass nicht fünf Ventile zur Steuerung (wie bei den Altenberger Maschinen), sondern nur drei Steuerventile für die Dampfmaschine erforderlich werden. Was Kley 1865 nur als Wunsch hinstellte [2]), ist bald verwirklicht worden, indem schon im Frühjahre 1867 die erste Maschine dieser Art für Zeche Perm bei Ibbenbühren in Gang gesetzt wurde [3]).

Fig. 402.



Vorstehende Fig. 402 zeigt die Disposition der neuen Kley'schen Anordnung, wobei man also nicht wie bei Sims die beiden Dampfcylinder übereinander anbrachte (wodurch vor Allem ein hoher, für die Hublängen der Grubenpumpen nicht passender Bau entstand), sondern diese wie bei den Altenberger Woolf'schen Maschinen neben einander stellte.

1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XII. (1868), S. 24 u. 25.

2) Die Woolf'schen Wasserhaltungsmaschinen etc., S. 89. Mit schönem Holzschnitt ausgestattet, wonach Fig. 402 skizzirt wurde. Auch werden hier die Mängel der Sims'schen Maschine beleuchtet.

3) Salaba in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXIII. Jahrg. (1871), S. 279. Der Herr Berichterstatter entwickelt zugleich eine ausführliche Theorie der Maschine unter der Ueberschrift: „Theorie der „Wasserhaltungsmaschine nach Sims-Kley'schem Systeme". Eine Beleuchtung und Vervollständigung dieser Theorie liefert ein Ingenieur Jlleck in derselben Zeitschrift, XXVI. Jahrgang (1874), S. 161 ff.

Der Dampf gelangt auch hier zuerst in den kleinen Cylinder *A* und zwar durch Oeffnung des Ventils (Einlassventils *E*, während das Ventil *F* geschlossen dagegen wieder *C* (das Condensatorventil) ebenfalls geöffnet und dadurch der Weg *D* zum Condensator frei ist. Während des hierdurch erzeugten Aufganges beider Kolben und mit ihnen des Pumpengestänges, sind die beiden oberen Räume der Cylinder *A* und *B* sowohl mit einander als auch mit dem Condensator *D* in Communication. Beim Niedergange werden die Ventile *E* und *C* geschlossen, dagegen *F* geöffnet, was zur Folge hat, dass der Dampf aus dem unteren Raume des kleinen Cylinders in die oberen Räume beider Cylinder sich verbreitet und hier seine Expansion vollendet. Hierbei erhellt, dass der Druck auf den grossen Kolben zu Anfange des Niederganges bedeutend grösser ist, als zu Ende und auch grösser als der Mitteldruck, wodurch ein leichteres Heben der Druckventile, jedoch nicht auf Kosten eines Effectverlustes erreicht wird. Hervorgehoben zu werden verdient noch der Vortheil, dass hier der obere Raum des kleinen Cylinders nur während des Gestänge-Aufganges mit dem Condensator communicirt, dem zufolge die Abkühlung und der Druckverlust des von unten nach oben überströmenden Dampfes geringer ist.

Ausser diesen constructiven Verdiensten Kley's um die Vervollkommnung der Wasserhaltungs-Dampfmaschinen ist noch dessen wissenschaftliche Behandlung der Schwungmassen (im vorher citirten Werke) hervorzuheben, welche im Gestänge und im Contrebalancier angehäuft sind. Es hat dieses zu grossen Ersparnissen geführt und namentlich Dimensionen in den Pumpen ermöglicht, an die man sich früher nicht gewagt haben würde [1]).

Ein fernerer Fortschritt im Gebiete der durch Dampfkraft betriebenen Gruben-Wasserhaltungsmaschinen ist die Einführung direct und doppeltwirkender Maschinen. Zwar hat es bereits früher nicht an Versuchen gefehlt [2]), allein geglückt ist dies doch erst mit Erfolg dem Ingenieur Ehrhardt zu Mühlheim an der Ruhr. Hierbei wird naturgemäss das Gestänge abwechselnd auf Zug und Druck in Anspruch genommen, indem Ehrhardt, statt der Nutzbarmachung des Dampfes durch Gegengewichte bei dem Niedergange des Gestänges, den Dampf direct auf Kolben (und Gestänge) drücken lässt. Durch die gleich grosse Leistung des Dampfes beim Auf- und Niedergange des Kolbens, kann man natürlich das ganze Gestängegewicht auf die Hälfte der Druck-

1) Bluhme, Ueber Wasserhaltung in den englischen Kohlengruben. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen. Bd. XX. (1872), S. 329. Bluhme erwähnt hier (S. 330) auch, dass ausser der Grube Perm diese Kley-schen Wasserhaltungsmaschinen bereits in Dudweiler und auf dem Mechernicher Bleiberge zur Anwendung gelangt sind.

2) Schlink, Ueber Ehrhardt's direct- und doppeltwirkende Wasserhaltungsmaschinen. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XII. (1868), S. 445.

wassersäule reduziren [1]), also erheblich kleinere Cylinderquerschnitte [2]) und schwächere Dimensionen der arbeitenden Hauptmaschinentheile in Anwendung bringen. Hervorzuheben ist, dass doppeltwirkende Maschinen allein durch Einführung steifer, eiserner (hohler, kastenförmiger, viereckiger und runder) Gestänge möglich gemacht sind, dass aber dennoch Bedenken gegen deren Anspruchnahme auf Druck gewiss mit Grund erhoben werden müssen und dass diese Bedenken wachsen, je tiefer die Grube und je länger das Gestänge ist [3]). Von anderer Seite wird auf die viel geringeren Anschaffungs- [4]) und Unterhaltungskosten hin-

1) Bluhme a. a. O. S. 330.

2) In einem vom December 1868 datirten, dem Verfasser vorliegenden (lithographirten) Circulare, was mit einer sehr hübschen Abbildung begleitet ist und die Ueberschrift trägt: „Machines d'épuisement à double effet", vergleicht Herr Ehrhardt von 19 theils im Betriebe, theils im Baue begriffenen Maschinen die berechneten Dampfcylinder-Durchmesser, wovon wir nur folgende hier verzeichnen wollen, um die Dimensionsunterschiede recht hervorheben zu können:

Name der Kohlengruben.	Hub in Meter.	Berechneter Durchmesser in Metern: Doppelt-wirkend.	Berechneter Durchmesser in Metern: Einfach-wirkend.
Gewalt bei Steele	3,766	1,569	2,222
Wasserschneppe bei Heissingen, Königin Louisen-Grube und Glückauf-Grube (Schlesien) Glückauftiefbau zu Barop, Friederike und von der Heydt bei Bochum .	3,766	1,726	2,432
Präsident und Centrum bei Bochum .	3,766	2,092	2,968
Heinrich Gustav bei Langendreer . .	4,393	1,752	2,477
Erzgrube bei Siegen	1,883	0,627	0,888

3) Auch auf den Nachtheil wird hingewiesen, dass die ohnehin nicht einfache Kataraktsteuerung bei den doppeltwirkenden Maschinen des Herrn Ehrhardt noch verwickelter wird. Ueber letzteren Uebelstand spricht sich (allerdings tröstend etc.) der Professor Julius v. Hauer in der österreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, Jahrgang XVIII. (1870), S. 297 in einem lesenswerthen Artikel aus, welcher die Ueberschrift trägt: „Ueber doppeltwirkende Dampfmaschinen für stabile Wasserhaltung".

4) Schlink in der Zeitschrift deutscher Ingenieure (Bd. XII, S. 450) stellt

gewiesen, ja behauptet[1]), dass sowohl bei in Schlesien, wie in Westphalen und am Rhein ausgeführten Ehrhardt'schen Maschinen die Bedenken über die Anspruchnahme der Gestänge auf Druck sich bisher nicht gerechtfertigt hätten[2]).

Wie dem auch sei, bestimmt entscheidend wird man bei der Beantwortung der allerdings wichtigen Frage erst dann auftreten können, wenn längere Erfahrungen vorliegen. Erwähnt zu werden verdient noch, dass Ehrhardt neuerdings auch doppeltwirkende Woolf'sche (zweicylindrige) Maschinen in Anwendung bringt[3]).

Noch weiter treibt man die Verwendung der doppeltwirkenden Woolf'schen Maschinen zur Gruben-Wasserhaltung, indem man sie mit Schwungrad versieht, nach welchem Systeme namentlich Hoppe in Berlin eine grosse Wasserhaltungsmaschine auf der Ferdinand-Grube bei Kattowitz in Schlesien erbaute[4]) und die Wasserhaltungsmaschinen auf dem belgischen Bleiberge bei Monzen, welche vom grossen Serainger Etablissement (bei Lüttich) geliefert wurden. Nach gleichem Principe sollte eine 600pferdige Wasserhaltungsmaschine für die Grube Bleialf und eine noch stärkere für das Abteufen eines Schachtes auf Grube Perm ausgeführt werden[5]). Die Absicht bei Anwendung der Schwungräder geht natürlich dahin, bei hohem Expansionsgrade und geringen Anschaffungskosten doch eine möglichst gleichförmige Bewegung zu erzielen.

die Preise einer 150pferdigen Wasserhaltungsmaschine verschiedener Systeme folgendermaassen neben einander:

Ehrhardt'sche doppelt- und directwirkende (mit Contrebalancier)	10750	Thlr.
„ „ „ „ „ Balanciermaschine .	13250	„
Cornwall-Maschine, einfachwirkend	15500	„

1) Bluhme a. a. O. S. 330.

2) Leider berichtet Herr Bluhme (auf derselben Seite 330) Folgendes: „Allerdings lehren die neuesten Erfahrungen (z. B. auf Grube Wasserschneppe), dass bei längerem starken Gebrauche die Gestänge der doppeltwirkenden Maschinen grössere Reparaturen und Umbaue erfordern, da weder die Stahlkeile noch Nieten auf die Dauer festbleiben“.

3) Auf der Grube „Gewalt“ (bei Steele) und Luise Tiefbau“ finden sich Ehrhardt'sche doppeltwirkende Maschinen des Woolf'schen Systemes, die bei 3,766 Meter Kolbenhub beziehungsweise folgende Dimensionen haben: Grosse Cylinder 2,485 und 2,144 Meter, kleine Cylinder 1,726 und 1,359 Meter.

4) v. Hauer in der österr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, 1870, S. 299, sowie Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XV. (1871), S. 593.

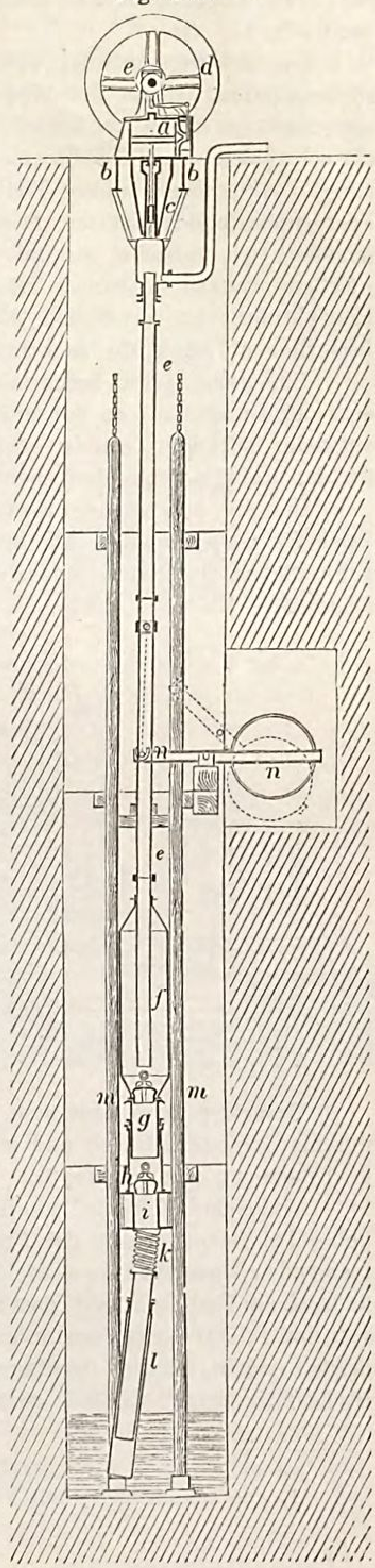
5) Bluhme a. a. O. S. 330.

Eine fernere Neuerung bilden die Dampf-Wasserhaltungsmaschinen mit rotirender Bewegung und Schwungrad, wobei man die Steigröhren der Pumpen zugleich als Gestänge benutzt, um deren Bau und Verbreitung sich ebenfalls Hoppe in Berlin verdient macht [1]).

Ich verdanke der Güte des Herrn Ingenieurs Endenthum nebenstehende Fig. 403, eine für kleinere Verhältnisse und Dimensionen berechnete Anordnung, die aber immerhin ausreicht, dies Maschinensystem zu charakterisiren.

Es bezeichnet *a* einen gewöhnlichen Dampfcylinder mit Schiebersteuerung, welcher auf zwei Trägern *b b* ruht. Die nach unten gerichtete Kolbenstange trägt eine hier in der Verkürzung gesehene Traverse *c*, an welcher einerseits das Gestänge *e* hängt und welche auch mittelst zweier aussenliegenden Lenkstangen die zwei schweren (wegen Platzmangel im Schachte gedrängt angeordneten) Schwungräder *d* treibt. Das Gestänge *e* besteht aus gezogenen schmiedeeisernen Röhren, welche

Fig. 403.



1) Pumpen-, Hub- und Drucksätze, bei denen die Steigröhren zugleich das Gestänge bilden, scheint Rittinger in Oesterreich (nach Althans' Vorgange in Preussen, wie bereits S. 366 erörtert) zuerst in Anwendung gebracht zu haben. Man sehe deshalb einen Aufsatz im Jahrgang 1869 von dessen „Erfahrungen im berg- und hüttenmännischen Maschinenbau und Aufbereitungswesen", welcher die Ueberschrift trägt: „Einachsige Pumpensätze ohne Gestänge" etc. Ferner auch ist nachzulesen ein Aufsatz in der Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen, Bd. XIX. (1871), S. 59: „Die Pumpensätze der Wasserhaltungs-Anlagen auf der Grube Abendstern bei Rosdzin".

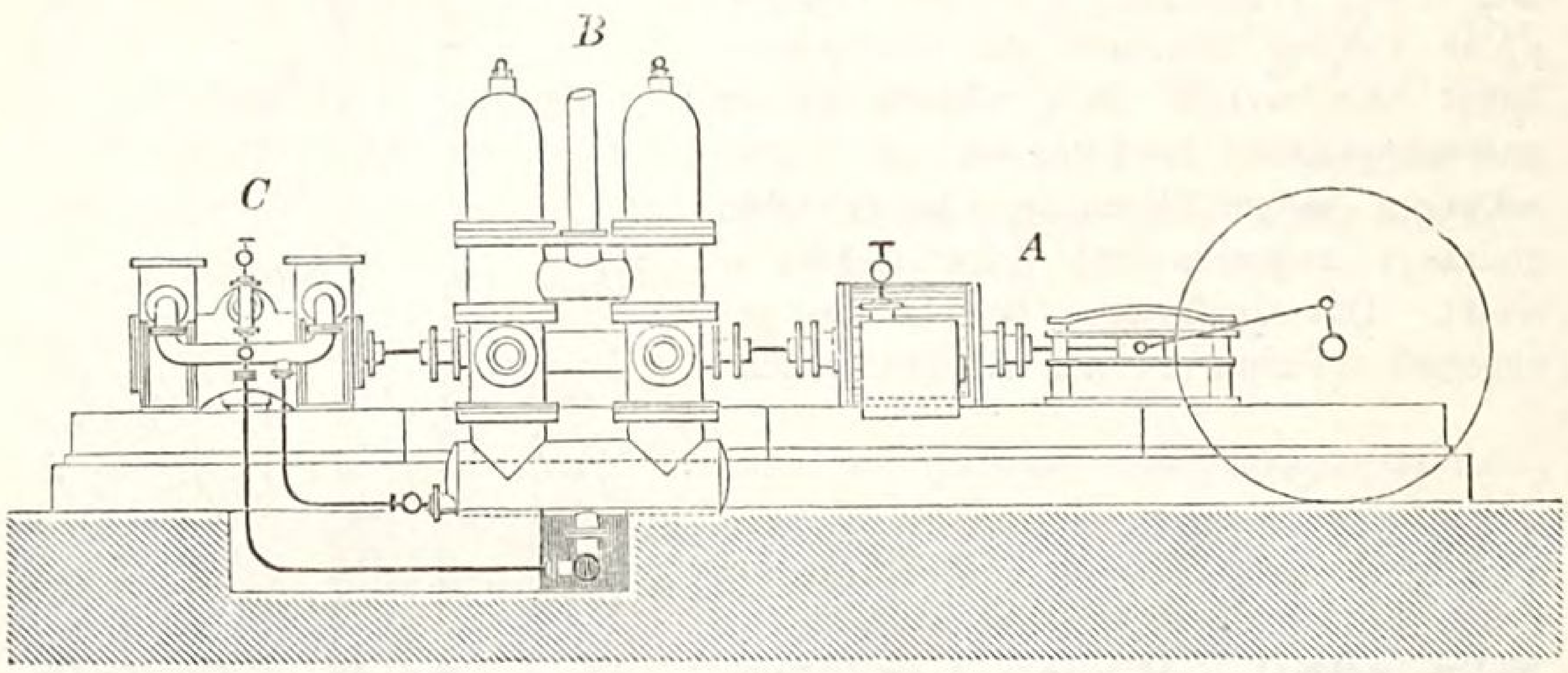
jetzt von England bis zu einem lichten Durchmesser von 17 Zoll geliefert werden [1]).

Das Gestänge mündet oben in einen an den Trägern befestigten Stopfbüchsenkasten, sobald der Wasserabfluss höher als die Maschine liegt, kann aber sonst in einen seitlichen Ausguss enden. Unten ist mit dem Gestänge ein schmiedeeiserner Windkessel *f* verbunden, an welchem der hohle Plunger *g* hängt. Alle vorgenannten Theile bilden die auf- und niedergehende Masse. Fest (unbeweglich) ist der Stiefel *h* mit seinem Untersatze *i*. An letzteren schliesst sich zunächst ein mit Drahtspirale versehener Lederschlauch *k*, an welchem weitere Schläuche als Saugrohre befestigt werden. Durch letztere Einrichtung wird es möglich, die Saugschläuche beim Abteufen in die erforderlichen Lagen etc. zu bringen.

Der ganze jetzt beschriebene Satz hängt an zwei Senkbäumen *mm*, so dass der Untersatz *i* an denselben geschraubt ist. Diese Bäume (*mm*) stehen entweder auf dem Grunde oder werden oben aufgehangen. Die Führungen für das Rohrgestänge sind ebenfalls an den Senkbäumen befestigt.

Um die entstehende veränderliche Last auszugleichen, ist ein Contrebalancier *n* angebracht. Dieser hat oben offene Lager, aus welchem er sich beim Ziehen des Satzes aushebt und dabei in die punktirt gezeichnete Lage kommt.

Fig. 404.



Derartige Sätze baut man jetzt für Dampfcylinder bis mit 28 Zoll Cylinderdurchmesser, 18 Zoll Hub und mit Plunger von 24 Zoll Durchmesser bei bequem 40 Umgängen pro Minute.

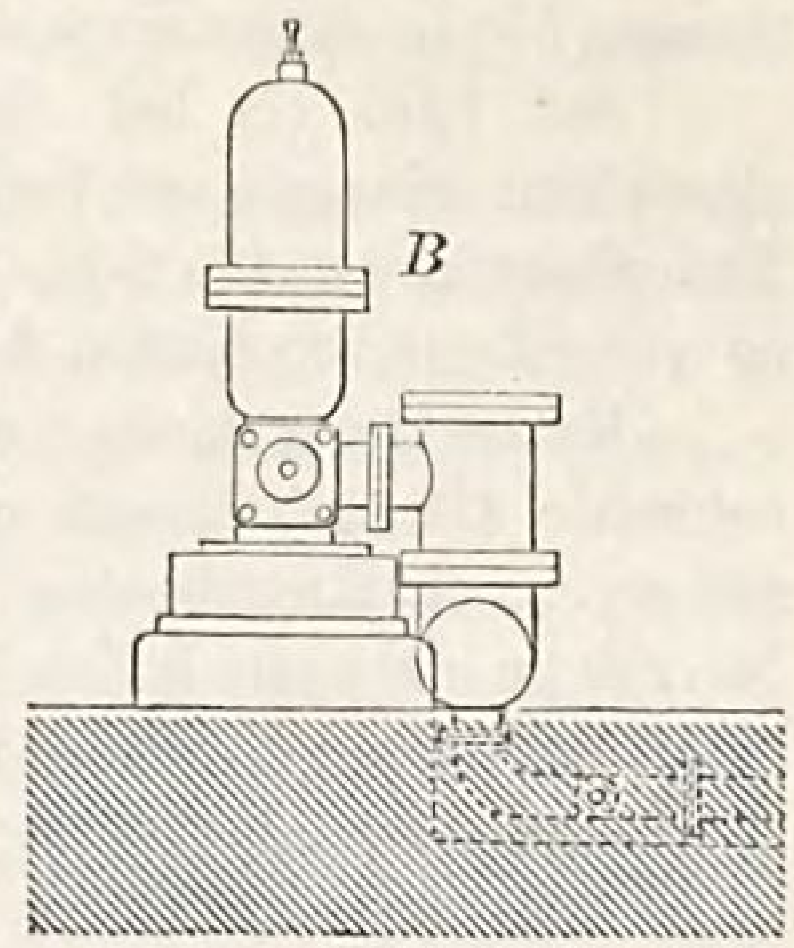
Wahrscheinlich wird künftig der Uneinigkeit der Constructeure und Rathgeber bei Beantwortung der Frage nach den besten durch Dampfkraft zu betreibenden Wasserhaltungsmaschinen in mehr oder weniger tiefen Gruben überall dadurch ein Ende gemacht, dass man, wo es Umstände und Verhältnisse erlauben, von den S. 391 erörterten unterirdischen direct wirkenden Dampfpumpen Gebrauch macht, deren Gestänge zur Gattung „Wassersäulen- (oder hydraulisches) Gestänge" (S. 467) gezählt werden könnte.

1) Die schmiedeeisernen Flantschen sind aufgelöthet.

Ueber die immer weiter um sich greifende Verbreitung dieser Gattung von unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen wurde S. 391 und 393 bereits so viel mitgetheilt, dass es hier (für unsere Zwecke) genügen wird, einen Fall praktischer Ausführung im deutschen Vaterlande ausführlich zu besprechen, wozu der Verfasser Skizzen und Text der Güte des um gute Wasserhaltungsmaschinen hochverdienten Herrn Ingenieurs Kley in Bonn verdankt.

Diese Skizzen, Fig. 404—406, lassen die Disposition von drei Exemplaren Kley'scher unterirdischer Maschinen erkennen, welche auf der Grube Ruhr und Rhein bei Ruhrort ausgeführt sind und woselbst die Pumpen das Wasser 200 Meter hoch in einem Satze bis über Tag drücken.

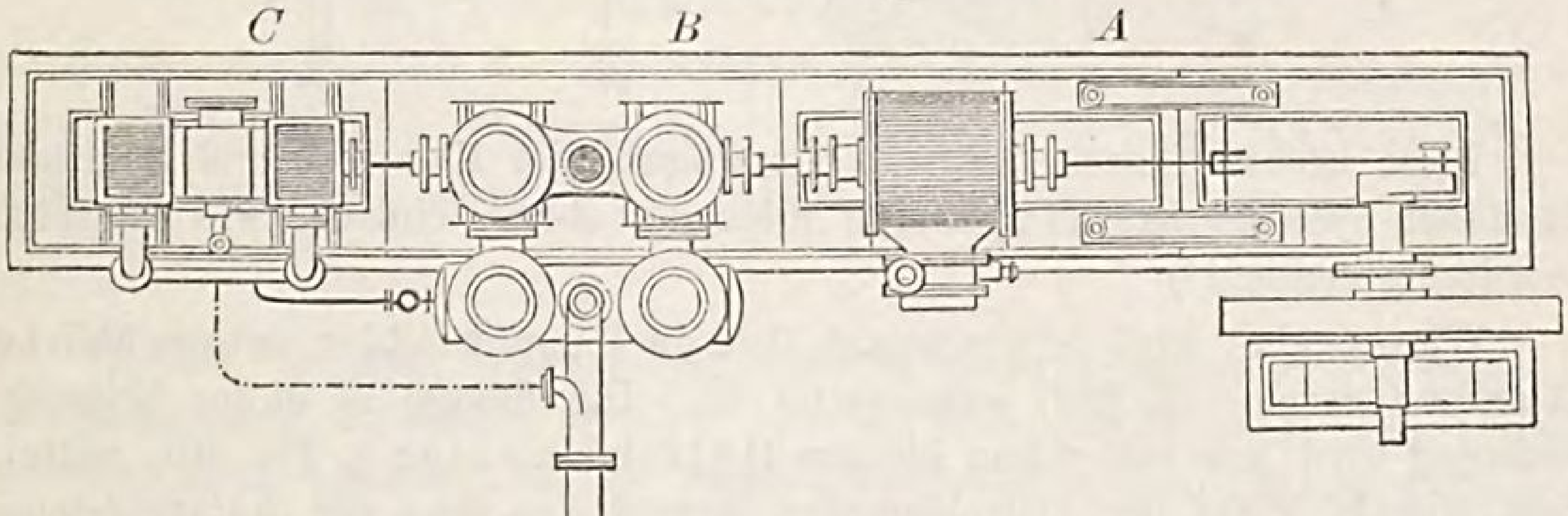
Fig. 405.



Die liegende doppeltwirkende Dampfmaschine A hat Farcot'sche Schiebersteuerung und arbeitet mit vierfacher Expansion. Die Druckpumpe B ist doppeltwirkend, hat Kugelventile und einen Saug- und Druckwindkessel. In der Fortsetzung der gemeinschaftlichen Kolbenstange von Dampfmaschine und Wasserpumpe ist die Luftpumpe C angehangen, wobei jedoch auch die Einrichtung getroffen ist, dass ohne Condensation gearbeitet werden kann, in welchem letzteren Falle der Kolben der Luftpumpe abgekuppelt wird.

Die Hauptdimensionen des Maschinenwerkes in Millimetern sind folgende: Dampfcylinderdurchmesser 670, Wasserpumpencylinder 180, Luftpumpencylinder 220. Der gemeinschaftliche Hub ist 600. Jedes der vier Pumpenventile besteht aus 25 Broncekugeln, jede von 54 Millimeter Durchmesser.

Fig. 406.



Das Wasser wird aus einem circa 2 bis 3 Meter tiefen Sumpfe angesogen und wie schon erwähnt, in einem einzigen Satze 200 Meter hoch gedrückt. Im Druckrohre, dicht bei der Maschine befindet sich ein Sicherheitsventil und ein Manometer. Die Condensation ist so eingerichtet, dass das Einspritzwasser direct aus dem Saugrohr der Pumpen angesaugt oder von oben mit Druck eingespritzt werden kann, indem sich nämlich im Schachte 2 Meter über der Maschine eine Wasserquelle befindet, die zu gedachtem Zwecke benutzt werden kann.

Das warme Condensationswasser fliesst direct in den Saugwindkessel der Druckpumpe und wird von letzterer mit zu Tage geschafft.

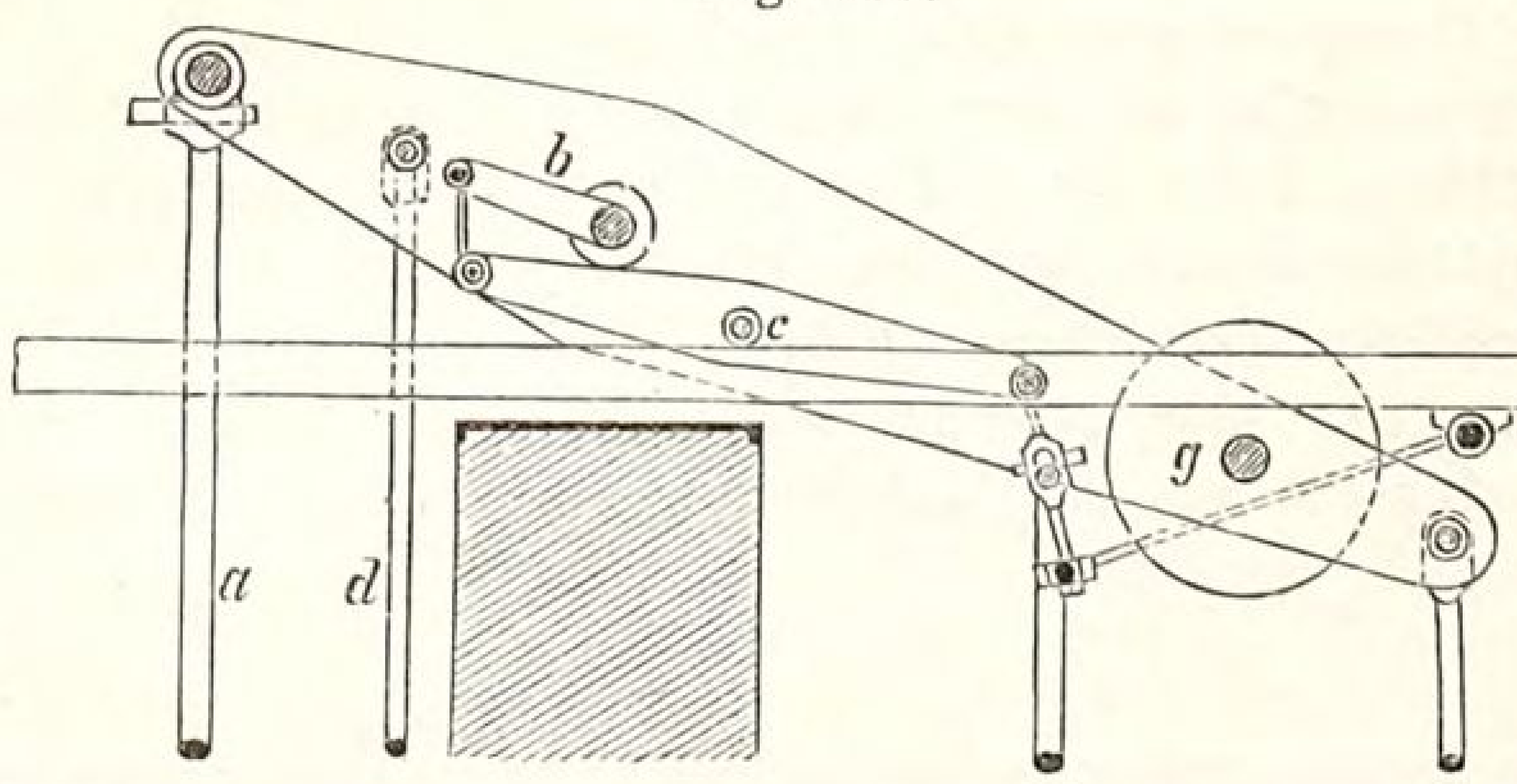
Die Maschine ist für $1^1/_3$ Cubikmeter Wasser pro Minute auf 200 Meter Höhe, also für eine Nutzleistung von 60 Pferdekräften gebaut, kann aber den Versuchen nach bedeutend mehr leisten. Bei 60 Touren der Schwungradwelle[1]) pro Minute, also bei 1,20 Meter Kolbengeschwindigkeit geht die Maschine ohne jede Erschütterung und Stoss.

Es sind drei dieser Maschinen an der gedachten Stelle unterirdisch im Gange, die in einer respectabeln Reihe hinter einander stehen.

Seit 1877 (?) hat sich Herr Kley noch dadurch um Wasserhaltungsmaschinen ein grosses Verdienst erworben, dass er das System der Katarakt-Dampfmaschinen (S. 362, Fig. 318) mit dem der Rotations-Dampfmaschinen zu vereinigen verstanden hat.

Kataraktmaschinen mit namhafter Expansion erfordern (bekanntlich) colossale Gestängmassen mit bedeutenden Gegengewichten, veranlassen daher grosse Anschaffungskosten und gestatten nur geringe Tourenzahlen; rotirende Maschinen dagegen haben keine Hubpausen und können daher in der Hubzahl nicht bedeutend variiren und nur unter Anwendung von sehr bedeutenden Schwungmassen eine geringe Tourzahl machen.

Fig. 407.



Diese höchst wünschenswerthe Vereinigung der Katarakt- und Rotations-Maschinen-Systeme hat Kley durch folgende, ebenso einfache wie sinnreiche Anordnung erreicht[2]).

Wie erwähnt wird vorausgesetzt, dass die Dampfmaschine mit der üblichen Kataraktsteuerung (S. 362) ausgestattet ist. Die Stange *m* dieser Kataraktsteuerung wird hier von einem kleinen Hülfsbalancier *c*, Fig. 407, mittelst eines Hebels *b* auf der Balancierachse bewegt, so dass die Kataraktsteuerstange *m* ganz unabhängig von der Schwungradwelle ist, wozu (beiläufig erwähnt) die betreffende Schubstange in unserer Abbildung mit dem Buchstaben *p* bezeichnet ist. Denkt man sich daher das Schwungrad ganz entfernt, so kann die Maschine als gewöhnliche Kataraktmaschine (selbstverständlich nur mit Volldruck oder geringer Expansion) arbeiten. Das Schwungrad dient daher

1) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1878, S. 41.

2) Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Jahrg. XXX (1882), S. 15 und S. 34.

hier weder dazu, die Umsteuerung zu bewirken, noch eine Gleichförmigkeit des Ganges zu erzielen, sondern das Schwungrad dient folgenden Zwecken:

1. Es liefert vollkommene Betriebssicherheit durch Begrenzung des Hubes (der Dampfkolben kann bei eintretenden Brüchen nicht durchschlagen).

2. Es nimmt das Schwungrad während der Einströmungsperiode die Beschleunigungsarbeit des Dampfes auf.

3. Die Maschine kann mit namhafter Expansion arbeiten, ohne grosse Schwungmassen nöthig zu haben.

4. Die Tourenzahl kann beliebig durch Stellung des Katarakts regulirt werden etc. etc.

Nach der zweiten der unten angegebenen Quellen construirt Kley die Maschinen seines Systemes meist doppeltwirkend als Balancier-Maschinen mit obenliegendem Balancier und nimmt für kleinere Dampfmaschinen bis zu 200 Maschinenpferdekräften blos einen Dampfcylinder, während er grössere Maschinen mit zwei Cylindern als Woolf'sche Maschinen baut.

In dem speziellen Falle, worauf sich unsere Figur 407 bezieht (Wasserhaltung des Heinrichsschachtes der Kaiser-Ferdinand-Nordbahn in Mährisch-Ostrau) hat die Dampfmaschine 1 Meter Kolbendurchmesser und 1,90 Meter Hub. Am Balancierende auf der Schachtseite hängt das Pumpengestänge *a*, während auf der anderen Seite in gleichem Hebelarm der Dampfcylinder steht und auf derselben Seite (weiter) die Lenkstange *p* für das Schwungrad angebracht ist. Auf der (linken oder) Schachtseite ist auch an der Stange *d* die Luftpumpe des Condensators aufgehangen, während wieder auf der anderen Seite das Gegengewicht *g* angebracht ist, welches zur Ausgleichung des Gestängegewichtes dient. Specielleres liefert über den ganzen interessanten Gegenstand unsere zweite unten angegebene Quelle, während in der ersten Quelle auch mehrere preussische Werke genannt sind, woselbst Kley's neues Maschinensystem mit Erfolg arbeitet[1]).

Ueber die unterirdischen Dampfpumpen deutscher Maschinenfabriken, namentlich der Gebrüder Decker & Co. in Cannstatt[2]), dann von Riedel & Kemnitz in Halle und von Dehne ebendaselbst, so wie ferner von den Dampfpumpen der Engländer

1) Eine colossale Wasserhaltungsmaschine mit Rotation und Hubpausen der Dampfmaschine (System Woolf) mit den Kley'schen oben beschriebenen Anordnungen ausgestattet, für die Zeche Rheinpreussen von der Gutehoffnungshütte (Oberhausen) ausgeführt, wird besprochen und durch Abbildungen erläutert im Jahrgange 1881 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Heft 8, S. 479.

Bei 10 Schwungradumdrehungen pro Minute wurde die Leistung der Maschine zu 257 indicirten Pferdekräften berechnet. Sowohl hierbei als mit Hubpausen zeigte die Maschine einen tadellosen Gang. Die Maximalleistung (bei 10 Umdrehungen pro Minute) wird zu 500 Maschinenpferden angegeben.

2) Ueber eine von der niederschlesischen Steinkohlenbergbau-Hülfskasse in Waldenburg von Gebrüder Decker in Cannstatt beschaffte amerikanische Universaldampfpumpe zur unterirdischen Wasserhaltung berichtet sehr vortheilhaft

Tangy, weiter von Hayward, Tyler & Co. und endlich Roberts, berichtet Bluhme in Bonn in der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate.

Ein vortrefflich von C. Haber geschriebener Artikel: „Ueber unterirdische Wasserhaltungsmaschinen in England" befindet sich im 4. Hefte der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. XVI. (1872) S. 225. Ausserdem finden sich beachtenswerthe Notizen und Quellenangaben amerikanischer und englischer Journale in dem vom Ingenieur Ritterhaus in Berlin erstatteten Berichte über Pumpen der Wiener Weltaussellung von 1873 Bd. 2, Section 1, S. 35 bis S. 40.

In Nordamerika machen die Worthington'schen direct wirkenden Dampfpumpen (in ihren jüngsten Verbesserungen) wieder viel Aufsehen, so dass sich Simpson & Co. in London mit Worthington in New-York über das Nachbauen dieses Systems für Europa in geeignete Verbindungen gesetzt haben. Man sehe deshalb die englische Zeitschrift „Engineering" vom 5. Februar 1886 und ferner auch Hülsenberg's betreffende Arbeit Seite 467.

Ferner ist noch auf die höchst zweckmässige Verwendung der unterirdischen Damfpumpen beim Abteufen der Schächte aufmerksam zu machen, indem man sie (wie Cameron) [1]) mit vertical gerichteten Cylindern ohne Weiteres im Schachte an Ketten aufhängt und mittelst eines Flaschenzuges hebt und senkt, oder (wie Hayward, Tyler & Co.) [2]) horizontal gelagert auf Spreizen bringt, die man gegen die Schachtwände stemmt.

Weiter ist noch als eine nicht unwichtige Verbesserung bei zur Wasserhaltung in Gruben bestimmten Pumpen, auf einen von Bochkoltz[3]) angegebenen sogenannten „Kraftgenerator" aufmerksam zu machen, der den Antheil von Arbeit in zweckmässiger Weise beschaffen soll, welchen der Ueberdruck auf die oberen Flächen der Pumpenventile beim anfänglichen Anheben

der Maschinenmeister Holzhausen (unter Beifügung von Abbildungen) in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XVI, S. 545.

Ueber eine zum Tunnelbaue in einem Brunnenschachte aufgestellte Decker-sche Dampfpumpe berichtet Rziha in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, Jahrgang 1374, S. 5 ff.

1) Lottner-Serlo, Leitfaden zur Bergbaukunde. Zweiter Band, S. 428.

2) Engineering vom 24. Juli 1874, unter den Ankündigungen, S. XV.

3) Eine dem Verfasser vorliegende gedruckte Notiz der internationalen Ausstellung in London vom Jahre 1871 macht auf die Vortheile dieses Kraftregenerators aufmerksam. Unterzeichnet ist dieselbe mit dem Namen des Erfinders August Bochkoltz, General-Inspector in Wien.

der letzteren erforderlich macht. Man kann sich die Wirkungsweise dieses Apparates dadurch versinnlichen, dass man sich zu beiden Seiten des Schachtgestänges einer Grubenpumpe zwei Daumen (Heblinge) denkt, wovon der eine beim Aufgange, der andere beim Niedergange eine gehörig lange Stahlfeder biegt und in dieser eine Arbeit ansammelt, welche sich beim anfänglichen Anheben der gedachten Ventile nutzbar machen lässt. Bochkoltz hat statt der Stahlfedern atmosphärische Luft benutzt, die er in zwei Behältern absperrt, während diese mit einem Cylinder communiciren, in dem sich ein dichtender Kolben befindet, der an das Hauptgestänge der Pumpe angeschlossen wird [1]).

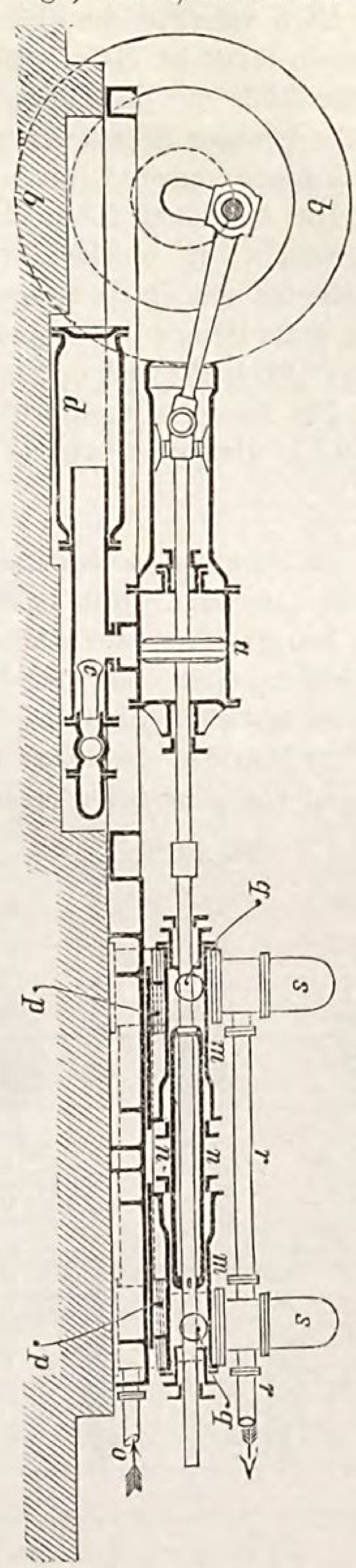


Fig. 408.

Hinsichtlich der durch Luftsäulengestänge (comprimirte Luft in geeigneten Röhren) betriebenen Wasserpumpen muss auf den Abschnitt Luftcompressionsmaschinen im Artikel Blas- und Saugmaschinen, sowie auf die unten notirten Quellen [2]) verwiesen werden.

Den Schluss der Erörterungen und Beschreibungen sogenannter Wasserhaltungs-Maschinen bildet der Verfasser durch Mittheilungen zweier interessanter Werke, bei deren Entwurf und Ausführung sein werther College, Herr Professor Riehn seiner Zeit thätig war, und zwar als Civil-Ingenieur in der Firma Riehn, Meinecke & Wolf in Görlitz.

Das erste Werk, eine unterirdische Wasserhaltungsmaschine auf dem Georgschachte der Gustav-Grube bei Schwarzwaldau (in Schlesien), hat insbesondere dadurch eine grosse Berühmtheit erhalten, als dieselbe die ge-

1) Vollständiger über diesen Kraftgenerater handelt ein ausführlicher, vom Erfinder selbst geschriebener Artikel in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1873, S. 1 und 141. Eine sehr schöne Abbildung nebst Beschreibung des Bochkoltz'schen Kraftregenerators giebt Serlo in dem wiederholt citirten Leitfaden zur Bergbaukunde, Bd. 2, S. 404.

2) Haslacher, Die Anwendung comprimirter Luft zum Betriebe unterirdischer Maschinen. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate, Bd. 17 (1869), S. 1, und hieraus in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XIV (1870), S. 459.

Ferner: Lottner-Serlo, Bergbaukunst. 2. Band, S. 437.

nannte Grube vor dem E r s a u f e n errettete, indem das alte daselbst ursprünglich zu Tage aufgestellte Pumpwerk zeitweis nicht mehr im Stande war, die Wässer zu gewältigen.

Nach vorstehender Skizze Fig. 408, welche die Disposition der Maschine erkennen lässt, ist die eincylindrige horizontal liegende Dampfmaschine[1]) *a* in gerader Linie mit dem Pumpwerke *mn* angeordnet, mit Schwungrad *b*, ferner mit Condensator *d* (auf Kaltwasser-Einspritzrohr *c*) ausgestattet und mit den Mechanismen versehen, um mit Expansion arbeiten können.

Die Abbildung lehrt, dass das Pumpwerk aus zwei getrennten Cylindern *mm* besteht, in welchen ein gemeinschaftlicher Plunger *n* arbeitet. Jeder Cylinder ist mit einem Saugventile *pp* und einem Druckventile *qq* versehen, so dass die Pumpe als doppeltwirkend zu betrachten ist. Mit dem Buchstaben *r* ist das Druckrohr und mit *ss* sind die Windkessel bezeichnet.

Die Maschine besitzt übrigens mehrere interessante und eigenthümliche Details, in Bezug auf welche wir auf unsere Quelle verweisen müssen[2]).

1) Durchmesser des Dampfcylinders: 600 mm. Durchmesser des Pumpenkolbens: 190 mm. Hub beider Kolben: 700 mm. Die zu gewältigende Druckhöhe beträgt rund 54 Lachter = 113 Meter, die mittlere Saughöhe = 3,75 m. Spezielleres (mit einer Tafel Abbildungen) in unserer Quelle Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Jahrg. 1877, S. 247.

2) Von den erwähnten Details dürfte (ausnahmsweise) die Construction der Pumpen von ganz besonderem Interesse und Werthe sein, weshalb wir (nach der

Fig. 409.

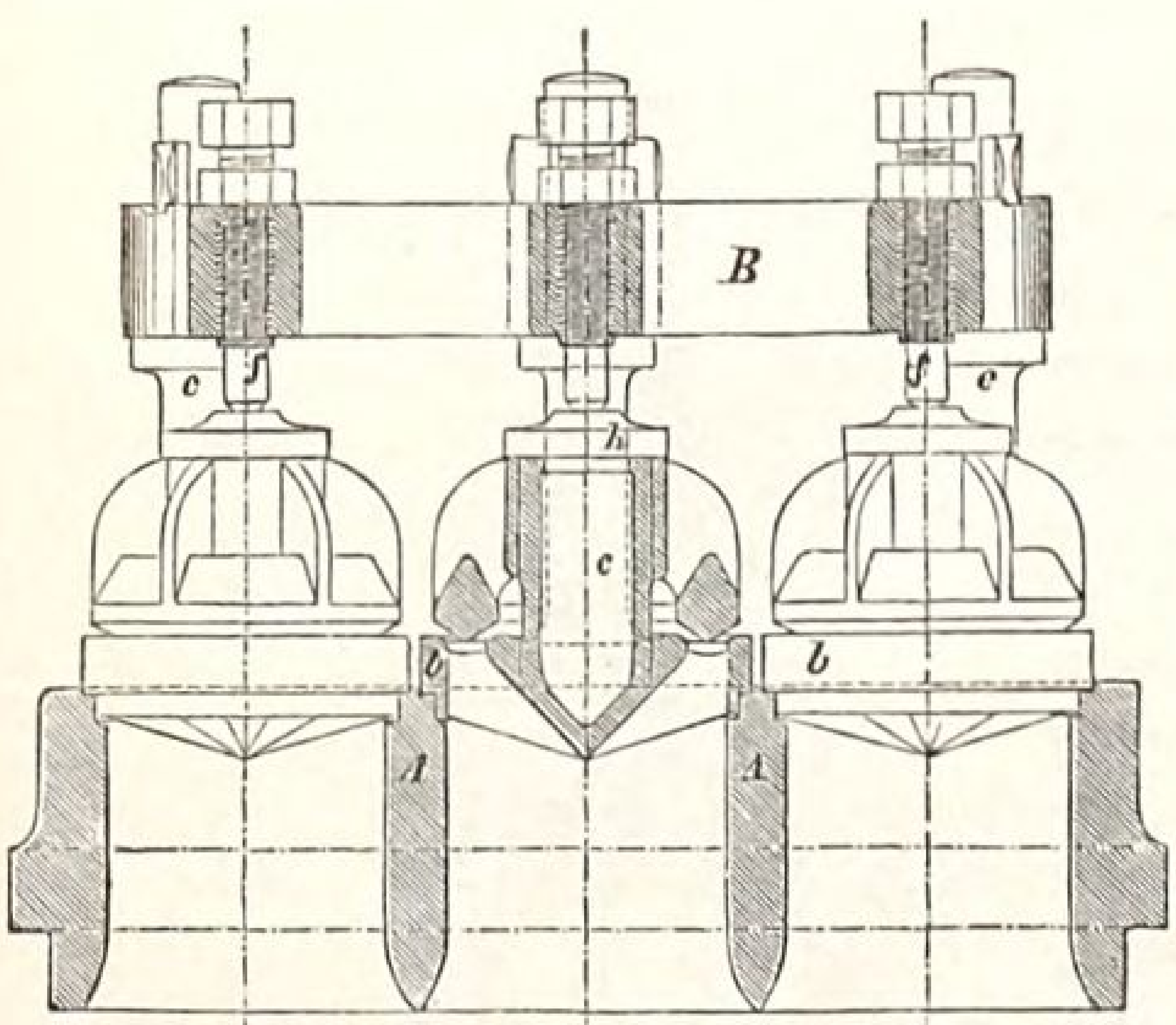
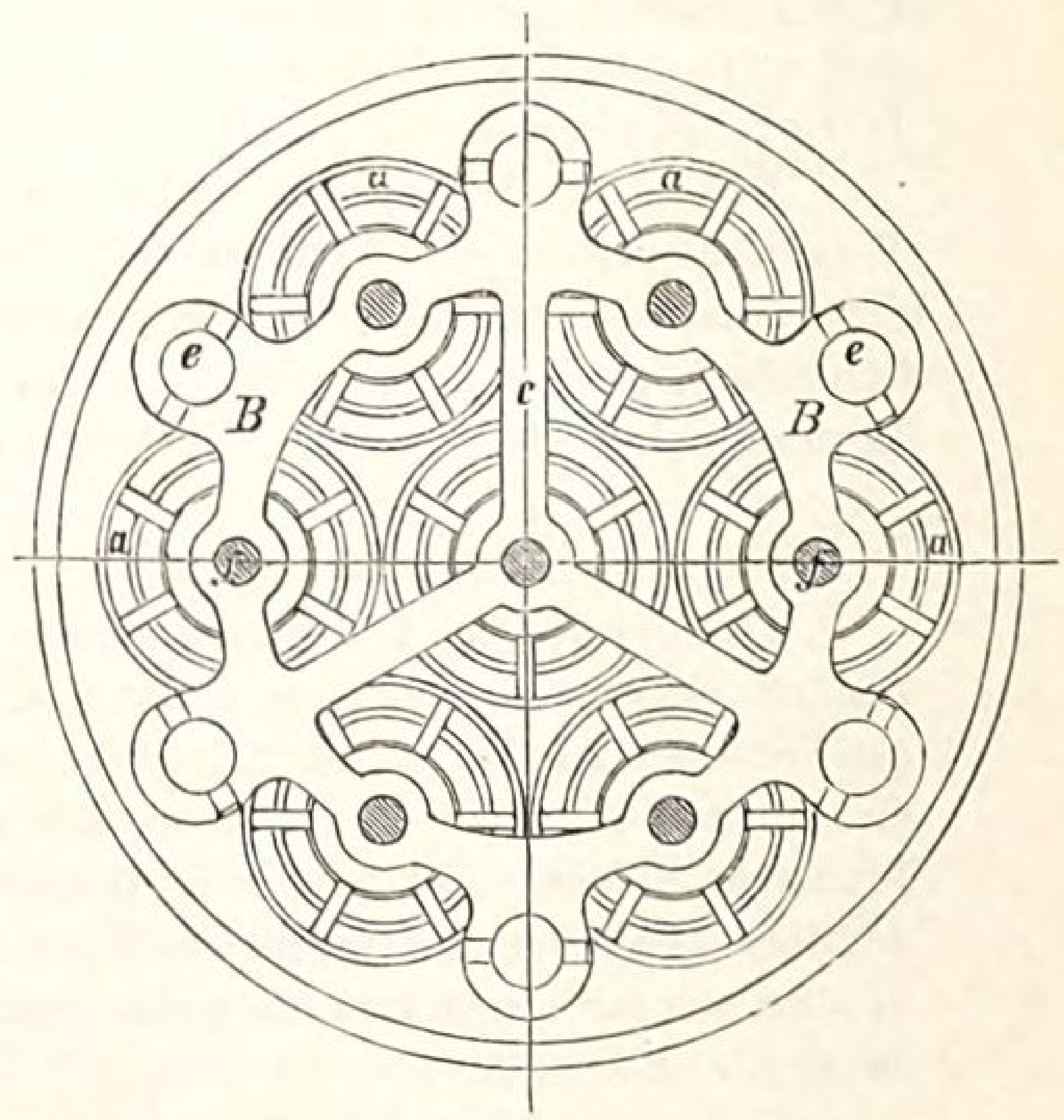


Fig. 410.



deutschen Patentschrift Nr. 886, von 1877) hier beifolgende Skizzen Figur 409 und Figur 410 liefern.

Es gehören diese Ventile zur Gattung „T h e i l v e n t i l e", wovon auch bereits S. 421, Fig. 369 und 370 ein Exemplar besprochen wurde. In der

Für unsere Zwecke wird es genügen, aus den Betriebsresultaten des Jahres 1876, die Leistungsfähigkeit der Maschine in schwerer Zeit (das Ersaufen der Grube zu verhüten) zu notiren, was aus nachstehender tabellarischer Uebersicht zu entnehmen ist.

Monat	Datum	Direct wirkende Maschine			Unterirdische Maschine			
		Hubzahl pro Schicht.	Tägliche Arbeitszeit.	Doppelhübe pro Minute.	Hubzahl pro Schicht.	Tägliche Arbeitszeit.	Umdrehungen pro Minute.	Mittlere Kolbengeschw. pro Secunde in Metern.
Februar	27	7053	22	$5^1/_3$	18784	$6^1/_2$	53	1,229
„	28	6959	21	$5^1/_3$	46953	15	53	1,229
„	29	6000	20	5	50623	20	42	0,974
März	1	6144	20	5	58123	18	54	1,253
„	2	5187	17	5	79400	22	60	1,392
„	3	6270	21	5	73656	18	68	1,577
„	4	6449	21	5	57809	13	74	1,717
„	5	6470	22	$4^3/_4$	87035	24	$60^1/_2$	1,403
„	6	7870	24	$5^1/_2$	100050	24	70	1,624
„	7	7130	24	5	88700	22	67	1,554
„	8	6369	21	5	92450	24	64	1,485
„	9	6160	20	5	89780	24	62	1,440
„	10	6035	20	5	88755	24	$61^1/_2$	1,427
„	11	5589	19	5	92365	24	64	1,485
„	12	5479	19	5	84520	24	59	1,370
„	13	5310	19	5	82380	24	57	1,322
„	14	6510	22	5	70040	24	49	1,137
								Mittel der Monatszahlen
April	1—30	5077	17,8	4,8	57120	19,5	49	1,137

Patentbeschreibung wird zuerst bemerkt, dass Kugelventile, Pyramidenventile mit Kugeln oder Ringen etc. die Anforderungen **nicht** erfüllen, welche an Ventile für **Hochdruckpumpen mit grosser Kolbengeschwindigkeit** gestellt werden müssen, wogegen dies durch die Ventile Figur 409 und Figur 410 in sehr einfacher Weise geschieht.

Jedes einzelne Ventil (zweckmässig nur **vier**, **sieben** oder neunzehn), setzt sich aus mehreren kleinen, eigenthümlich geformten Kronenventilen a (aus Bronze) zusammen. Zu dem Ventile a gehört der Sitz b, welcher in den grossen Hauptventilkörper A eingedreht und dicht eingeschliffen ist. In der Mitte des Sitzes b befindet sich der unten behufs guter Führung des Wassers passend geformte Cylinder c (Figur 409), welcher oben genau concentrisch mit dem Sitze abgedreht ist. Dieser obere Theil dient zur Führung des Ventils a, welchem

In unserer Quelle wird hierbei erwähnt, dass die Tourenzahl (versuchsweise) zuweilen bis auf 107 gesteigert wurde, entsprechend einer Kolbengeschwindigkeit von 2,481 Meter pro Secunde, wobei indess der Gang eben so gut und ruhig war wie bei geringen Geschwindigkeiten.

Ueberhaupt waren die Betriebsresultate dieser unterirdischen Maschinen so günstig, dass dadurch die Zweckmässigkeit auch der eincylindrigen Maschinen für unterirdischen Betrieb im vollsten Maasse erwiesen ist. Die Anwendung einer zweicylindrigen Maschine für die gleiche Wassermenge hätte auf jeden Fall zu einer complicirten Construction und infolgedessen auch zu einer schwierigen Wartung und Instandhaltung Veranlassung gegeben.

Schliesslich dürfte auch noch der Vortheil des unterirdischen Werkes hervorzuheben sein, dass dasselbe sehr wenig Raum in Anspruch nimmt.

In vortrefflicher Weise ausgeführt wurde die ganze Maschinerie von der „Wilhelmshütte“, Actiengesellschaft für Maschinenbau und Eisengiesserei, bei Waldenburg in Schlesien.

Das zweite der oben erwähnten Werke aus dem Gebiete der Wasserhaltungsmaschinen, derselben (Görlitzer) Civilingenieure, betrifft die tausendpferdige Wasserhaltungsmaschine auf Grube „Friedenshoffnung“ zu Hermsdorf bei Waldenburg in Schlesien[1]). Dies colossale Maschinenwerk gehört ebenfalls zur Gattung (S. 415) der rotirenden, mit Schubkurbelmechanismus und Schwungrad ausgestatteten doppeltwirkenden Dampfmaschinen und Pumpen, von denen man auch am Ende der 70er Jahre in Oberschlesien gute Erfolge nachweisen konnte.

Nach den Angaben Herrn Riehn's sollte die Maschine pro Minute $6^1/_4$ Cubikmeter Wasser auf 400 Meter Höhe fördern, weshalb sich die Constructeure die Aufgabe stellten, dass die Dampfmaschine 1050 indicirte Pferdekräfte leisten sollte.

ebenfalls eine solche Form gegeben ist, dass es möglichst viel Umfang im Sitze hat und dass es dem durchströmenden Wasser möglichst wenig Hindernisse in den Weg legt. Um nun bei sämmtlichen Einzelventilen den Hub zu begrenzen, und um gleichzeitig auch die einzelnen Ventile anzudrücken, ist der Ring B mit Querstegen C angeordnet (in Figur 410 aus Versehen mit c statt C bezeichnet). Dieser Ring ist mit Schrauben e befestigt, welche ihn in einem gewissen Abstande von A fixiren.

Für jedes Einzelventil geht eine Druckschraube f durch den Ring, welche den Sitz niederdrückt, so wie durch den Ansatz h die Hubbegrenzung bewirkt wird. Auf dem Ringe B stehen ferner noch zwei Druckschrauben, welche das Niederhalten des Gesammtventils in dem Gehäuse bewirken.

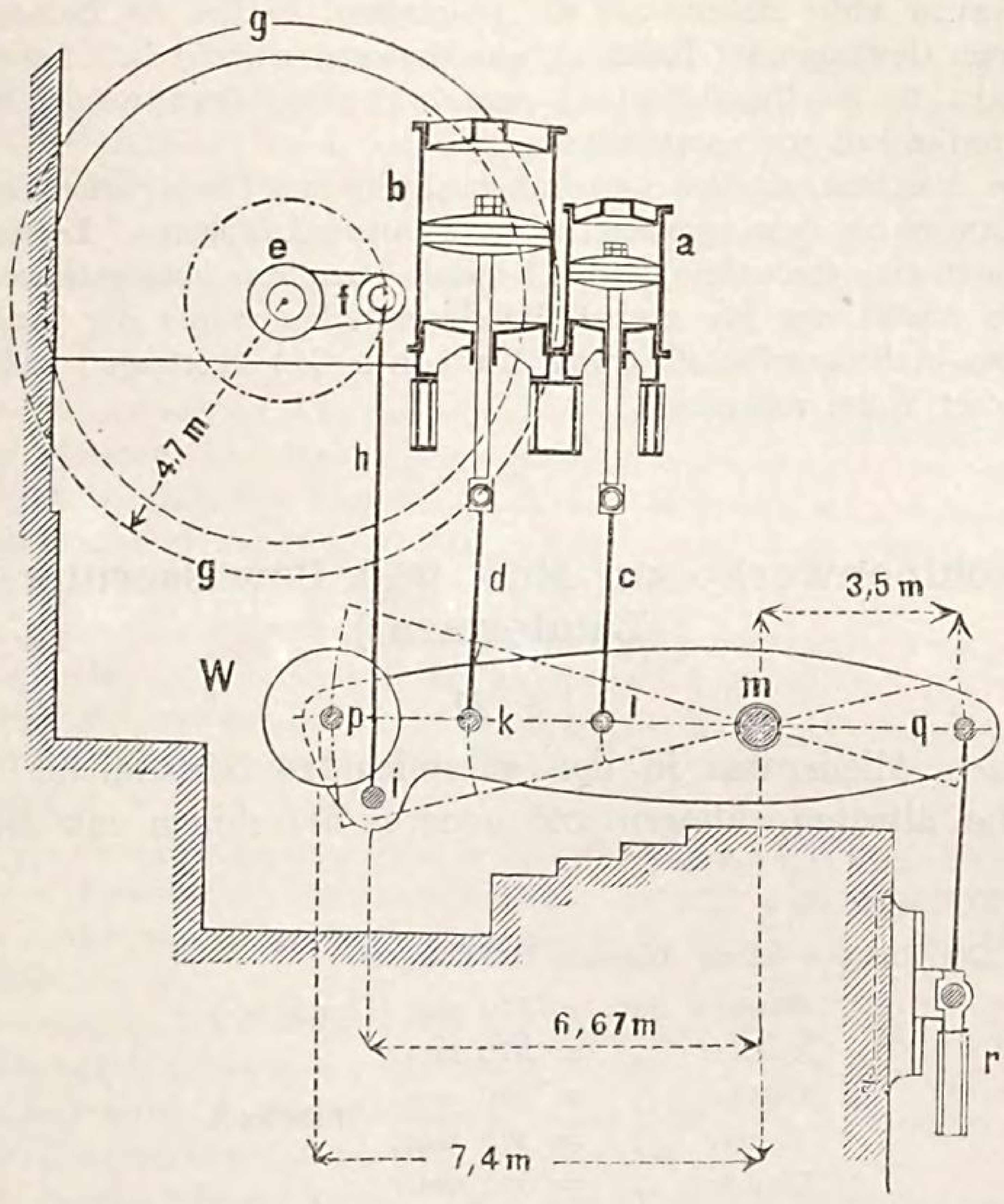
Mit derartigen und noch anderen Ventilen hat Prof. Riedler beachtungswerthe Versuche angestellt, worüber er in seiner werthvollen Schrift berichtet: „Indicatorversuche an Pumpen und Wasserhaltungs-Maschinen“. München 1881. Von demselben Verfasser rührt auch eine sehr gute Abhandlung „Ueber Const. der Pumpen- und Gebläs-Ventile“ her, welche im Jahrg. 1885 der Zeitschr. deutscher Ingenieure, S. 502 und S. 521 abgedruckt ist.

1) Wochenschrift d. V. deutscher Ingenieure. Jahrg. 1880, Nr. 51.

Wie aus Fig. 411 erhellt, ist die Maschine nach Woolf'schem Systeme construirt, deren Balancier *pq* jedoch unterhalb der Dampfcylinder *a* und *b* angeordnet wurde.

Der Kurbelmechanismus wurde nicht (wie u. A. bei den Hoppe'schen Maschinen) zwischen dem kleinen Cylinder *a* und der Balancierachse *m* an-

Fig. 411.



gebracht, sondern an das Ende *i* gelegt, so dass (hier) die Krummzapfenwelle vor dem grossen Cylinder liegt.

Die Dimensionen der Maschine sind folgende:

Durchmesser des kleinen Kolbens . . .	1,6 m
Hub	1,4 „
Durchmesser des grossen Kolbens . . .	2,1 „
Hub	1,4 „

Der Admissionsdampfdruck beträgt 45000 Kilogramm pro Quadratmeter. Die Anzahl der Schwungradumläufe pro Minute ist 15. Der Krummzapfen *ef* hat 1,7 m Radius. Von den in unserer Abbildung Fig. 411 eingeschriebenen Maassen beträgt die zwischen Achse *m* und Pleulzapfen *i* nicht (wie in der Figur angegeben) 6,67 m, sondern nur 6,611 m. Der in 7,4 m Entfernung

(von m aus liegende Endpunkt p des Balanciers pq trägt daselbst ein Gegengewicht W von 24000 Kilogramm.

Die an der kleinen Balancierhälfte mq bei q eingehangenen Pumpen haben 1,8 m Hub. Um das Gestänge p durch den Dampfdruck nicht zu belasten und in das Gestänge überhaupt so wenig als möglich Masse hineinzubringen, ordnete man eine Combination von Druck- und Hubsätzen an. Sämmtliche Pumpen, auch die Hubsätze sind Plungerpumpen [1]). Das Gestänge der Hubsätze wirkt ziehend auf die Drucksätze, so dass die Beanspruchung des ganzen Gestänges auf Druck auf ein Minimum reducirt ist. Letztere Anordnung ist, für die Gewährleistung eines schnellen Ganges der Maschine, ebenso vortheilhaft wie nothwendig.

Die Maschine arbeitet (selbstverständlich) mit Condensation und zwar unter Anwendung einer sogenannten trockenen Luftpumpe. Letztere wird direct durch eine (besondere) kleine liegende Dampfmaschine getrieben.

Die Ausführung des ganzen Maschinenwerkes wurde der Prager Maschinenbau-Actiengesellschaft (vorm. Ruston & Co.) übertragen und in ganz vorzüglicher Weise vollendet [2]).

Maschinenwerke zur Ent- und Bewässerung von Ländereien [3]).

§. 21.

Nach Allem, was in den vorstehenden Abschnitten bereits über die ältesten, älteren und neueren Maschinen zum Ent- und

1) Die Pumpen haben folgende Durchmesser:

Oberster Satz	=	570 mm	(Drucksatz).
Zweiter „	=	575 mm	(Hubsätze).
Dritter „	=	590 mm	
Vierter „	=	595 mm	
Fünfter „	=	590 mm	

2) Hier am Ende der Erörterungen über Wasserhaltungsmaschinen hält der Verfasser es für Pflicht, auf einen Vortrag des Ingenieur Peters (im Siegener Bezirks-Vereine deutscher Ingenieure, Jahrg. 1879, S. 303) aufmerksam zu machen, welcher die Ueberschrift trägt: „Ueber Wasserhaltungmaschinen“, worin die Kley'sche Anordnung (Seite 480) „Maschine mit Hülfsrotation und Hubpausen“ besonders empfohlen wird.

3) Literatur: Treuding, Ueber Ent- und Bewässerung der Ländereien. Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. X (1864), S. 473 und Bd. XI (1865), S. 25, 174 und 412. Der fleissige Verfasser der hier notirten Aufsätze handelt zuerst (wie Hagen in seiner „Wasserbaukunst“, Thl. 1, 1853, 4. Abschnitt, S. 363) von Ent- und Bewässerungsfragen aller Art, deren Beachtung den Betheiligten nicht genug empfohlen werden kann, liefert aber dann auch (a. a. O. Bd. XI, S. 187 ff.) eine so reichhaltige Literatur über

Bewässern von Ländereien vorgetragen wurde, wird es für Zweck und Umfang der „Allgemeinen Maschinenlehre“ genügen, nur einige der vorzüglichsten hierher gehörigen Werke zu besprechen, wobei wir uns überdies noch auf solche Anlagen beschränken müssen, woselbst Kolbenpumpen, Wurfräder und Centrifugalpumpen in Anwendung kommen.

Wir beginnen mit den drei grossartigen Dampfmaschinen-Pumpwerken zur Entwässerung, richtiger zur Trockenlegung des Haarlemer Meeres, woselbst, bis 1849, 18000 Hektaren Land, von 3 deutschen Meilen Länge, 1 Meile Breite, welche etwa 14 Fuss unter Wasser gesetzt, nicht nur der productiven Cultur entzogen waren[1]), sondern deren Wassermassen auch fast jedes Jahr drohten, Amsterdam, Haarlem, Leyden und andere Städte zu verschlingen[2]).

betreffende Maschinenwerke, dass uns nur Weniges nachzutragen übrig bleibt. In letzterer Beziehung sind Treuding's Angaben durch folgende zu ergänzen:

Fijnje: Naturkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappy der Wetenschappen te Haarlem, 2. Verzameling, 3. Deel, 1847. Eine gekrönte Preisschrift.

Morin, Des maschines et appareils destinés à l'élevation des eaux. Paris 1863, Nr. 59—86: „Machines élevatoires employées à l'irrigation“.

Berg, Die Entwässerung des Blocklandes. Bremen 1864. Dasselbe auch in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins. Bd. XI. (1865), S. 363 ff.

Gevers van Endegest, Over de droogmaking van het Haarlemer Meer. s'Gravehage & Amsterdam. Nach der Auflage von 1857 deutsch bearbeitet in Förster's Allgemeiner Bauzeitung, Jahrgang 1865, S. 238—325. Mit vielen guten Abbildungen.

Oppermann, Die Trockenlegung des Haarlemer Meeres. Bearbeitet vom Wasserbau-Inspector Oppermann in Meppen nach Storm-Buysing, Handleiding tot de Kennis der Waterbouwkunde in der Zeitschrift des Hannoverschen Arckitekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XI (1865), S. 258.

Airy, Notes on Scoop Wheels. Engineering vom 18. Mai 1871, pg. 183.

Kopka, Anwendung der Kreiselpumpe zur Niederungs-Entwässerung. Bornemann's Civilingenieur. Neue Folge, Bd. 17 (1871), S. 449.

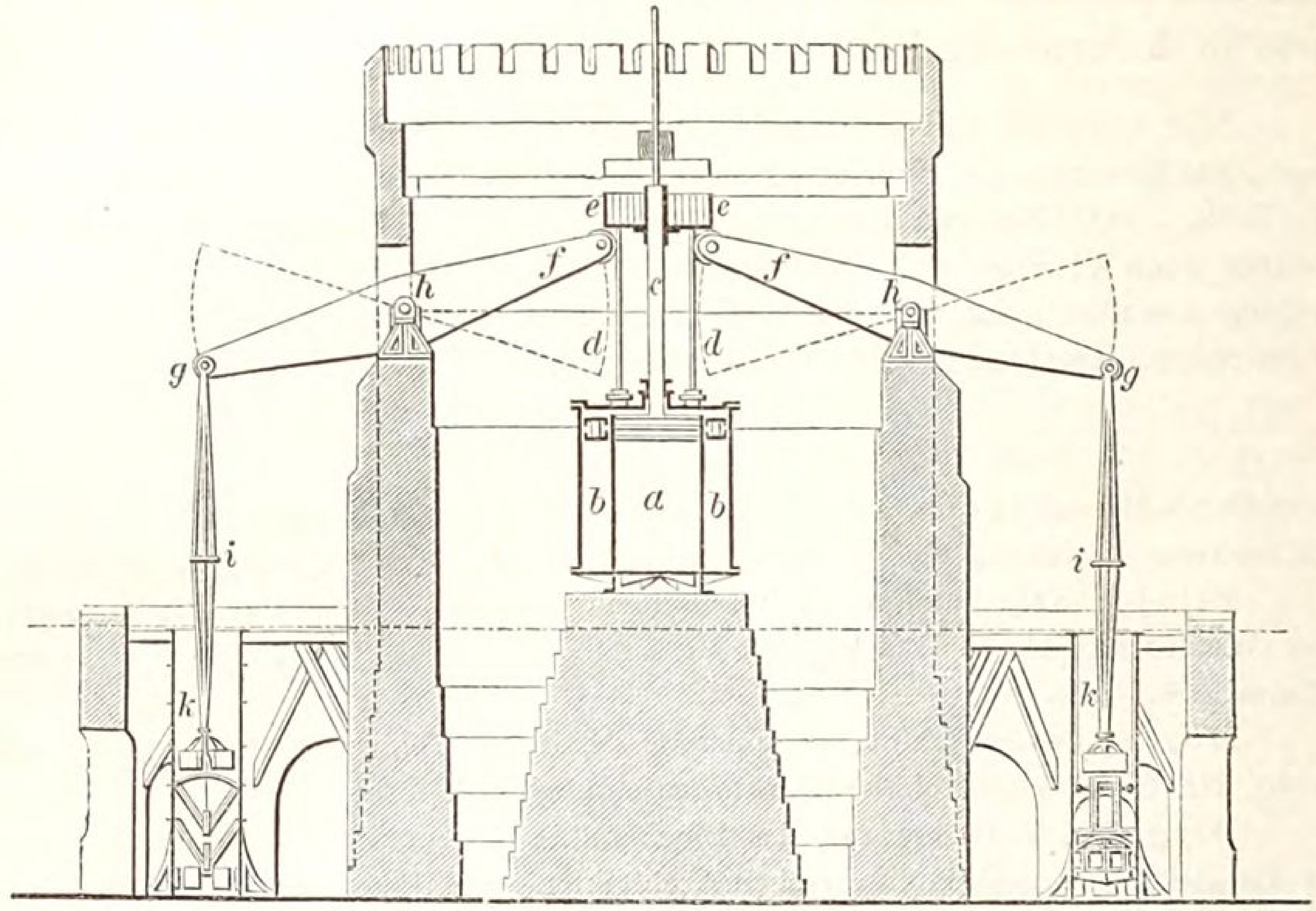
Centrifugal-Pumping-Machinery (zur Entwässerung der Ferrarer Marschen in Nord-Italien). Engineering vom 25. Juli 1873, pg. 67 und 500.

1) Nach einer alten Karte bestanden (a. a. O. Förster's Bauzeitung, S. 246) im Jahre 1531 nur vier kleine Seen von zusammen 6000 Hektaren Wasserfläche, während auf dem übrigen Raume drei Dörfer standen. Im Jahre 1597 war schon eins von diesen Dörfern verschwunden, im Jahre 1647 hatten die beiden anderen dasselbe Schicksal und die alten kleinen Seen waren zu einer einzigen See vereinigt, der man den Namen „Haarlemer Meer“ beilegte.

2) Noch im Jahre 1836 drohte das Haarlemer Meer die Provinz Holland zu überschwemmen. Indess wurde doch erst 1839 durch Gesetz die Trockenlegung des Meeres entschieden. (Förster a. a. O. S. 253).

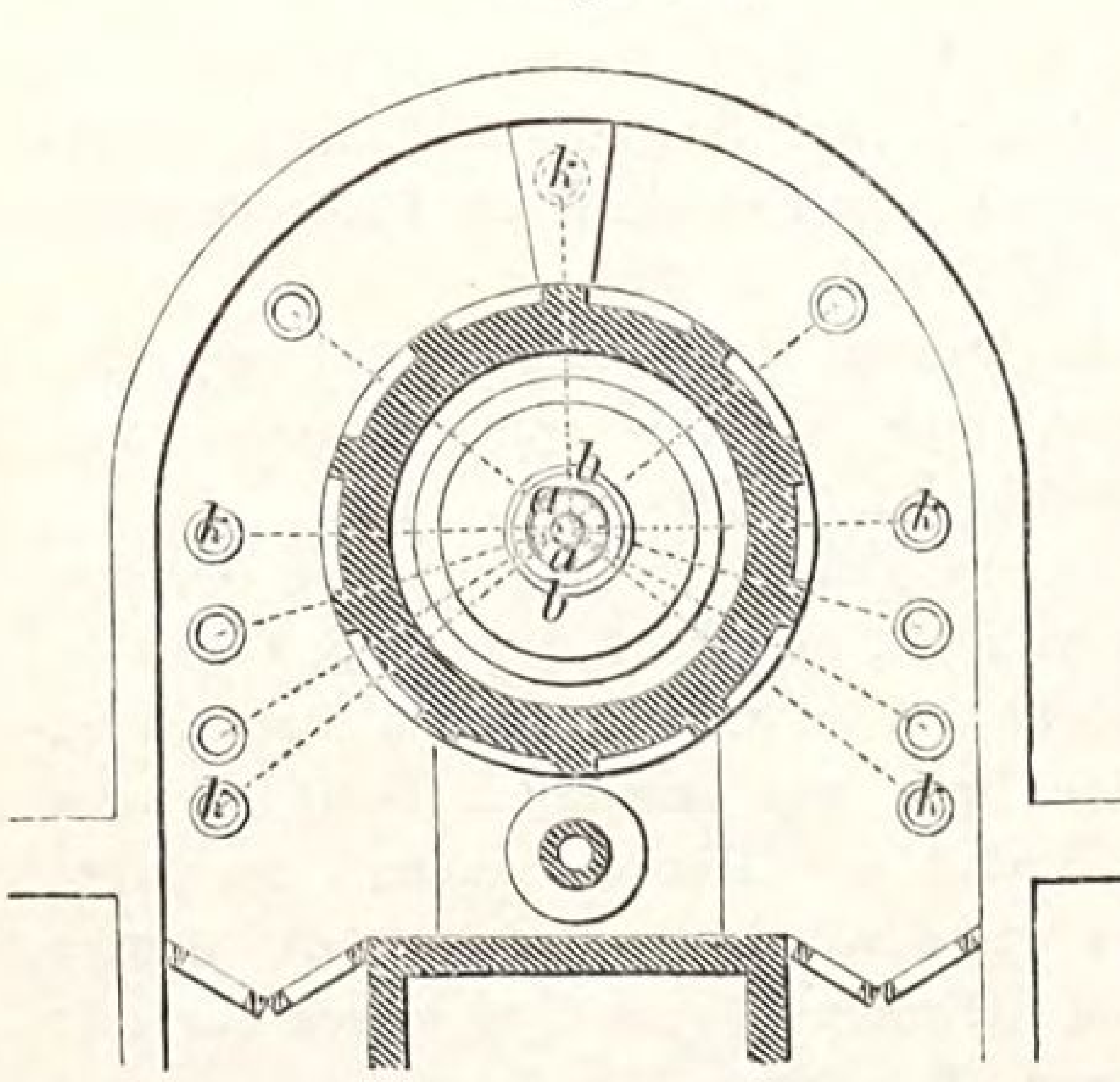
Die erste der drei Maschinen, in den Fig. 412 und 413 skizzirt und „Legwater“ genannt, zur Erinnerung des Mannes, welcher viele Entwässerungsanlagen in Holland ausführte und 1643 den ersten begründeten Entwurf der Trockenlegung des Meeres vorlegte, wurde 1847 in Betrieb gesetzt.

Fig. 412.



Bei der grossen Dampfmaschine hat man nach J. Sims in London zwei Cylinder concentrisch in einander gestellt[1]). Der Kolben *a* des inneren kleinen Cylinders schliesst genau an die Wände des äusseren ringförmigen Cylinders *b b*, wobei noch zu beachten ist, dass der kleine Cylinder nicht ganz bis zum Deckel des grossen hinaufreicht, so dass beide Cylinder *a* und *b b* oben stets mit einander communiciren. Der innere Dampfcylinder hat 2,13 Meter, der äussere 3,66 Meter Durchmesser, die gleiche Hubhöhe beträgt 3,0 Meter.

Fig. 413.



Der frische Dampf wirkt zuerst mit Volldruck unter dem kleinen Kolben *a*, während der obere Raum von *a*, sowie der Ringkolben oben und unten mit dem Condensator in Verbindung steht. Zum Niedergange gelangt der Dampf, der unter dem kleinen Kolben gearbeitet hat, über

1) Kley, Woolf'sche Wasserhaltungsmaschinen, S. 87.

beide Kolben und expandirt sich, während der Raum unter dem Ringkolben *bb* mit dem Condensator in Verbindung bleibt. Hiernach wirkt beim Aufgange der kleine Kolben allein und beim Niedergange ebenso der Ringkolben allein. Die Dampfmaschine ist demnach (wie die Sims'sche Maschine Bd. 1, S. 431) doppeltwirkend, dem Dampfverbrauche aber nach einfachwirkend, da nur beim Aufgange frischer Dampf gegeben wird.

Der innere Kolben *a* hat eine einzige starke Stange *c*, während der Ringkolben *bb* mit vier Stangen *d* ausgestattet ist. Alle fünf Stangen sind an einem grossen kreisrunden Troge *e* befestigt, der mit Ballast ausgefüllt wird. Unter dem Troge *e* fassen die Enden *ff* von 11 Balanciers *fgh* an, welche, wie die (kleiner gezeichnete) Grundrissfigur 413 erkennen lässt, strahlenförmig von der Mitte der Dampfcylinder ausgehen. Mit den Enden *gg* stehen diese Balanciers durch Lenkstangen *ii* mit den Pumpen (also ebenfalls 11 der Zahl nach) *kk* in gehöriger Verbindung. Der Durchmesser jeder Pumpe beträgt 1,60 Meter, während der Hub (da die Balancierarme *gh* und *hf* gleich gross sind) ebenfalls 3,0 Meter ist.

Ein runder Thurm, an dem sich ein viereckiges Haus für die Dampfkessel anschliesst, umgiebt das Maschinenwerk, wobei die Wände des Thurmes 11mal durchbrochen sind, um die Balanciers durchzulassen und um Lagerstellen für deren Schwingzapfen zu erhalten.

Die Wirkung der Pumpen bei 10 Hüben pro Minute war auf 66 Cubikmeter pro Hub, also auf 660 Cubikmeter pro Minute bemessen, mithin auf 39600 Cubikmeter pro Stunde oder auf 950400 in 24 Stunden.

Als man sich nach Versuchen (Septbr. 1845) von der Tüchtigkeit dieser (ersten) Maschine überzeugt hatte, schritt man zur Anlage der beiden anderen Maschinen, in denen man, dasselbe Princip beibehaltend, nur statt 11 Pumpen deren 8 in Anwendung brachte und ihre Durchmesser verhältnissmässig auf 1,80 Meter vergrösserte. Diese beiden „Cruquius"[1]) und „Lijnden"[2]) genannten Maschinen kamen 1849 in Betrieb.

Am 1. Juli 1852 war die Entwässerung vollendet und betrug die von allen drei Maschinengruppen gepumpte Wassermasse fast 832 Millionen Cubikmeter (genau 831839501 Cubikmeter). Die Gesammtkosten der Trockenlegung beliefen sich auf etwa $4\frac{1}{2}$ Millionen holl. Gulden (genauer auf 4412115 Gulden).

Das durch die Trockenlegung gewonnene, erst durch sorgfältige Cultur ertragsfähig gemachte Land (von 18000 Hektaren) soll durchschnittlich für 478 holl. Gulden pro Hektare, d. i. etwa zu 68 Thalern der Morgen verkauft worden sein[3]).

1) Zu Ehren eines Wasserbaudirectors Cruquius der Rheinlandverwaltung, der 1742 einen Plan zur Entwässerung des Haarlemer Meeres ausarbeitete.

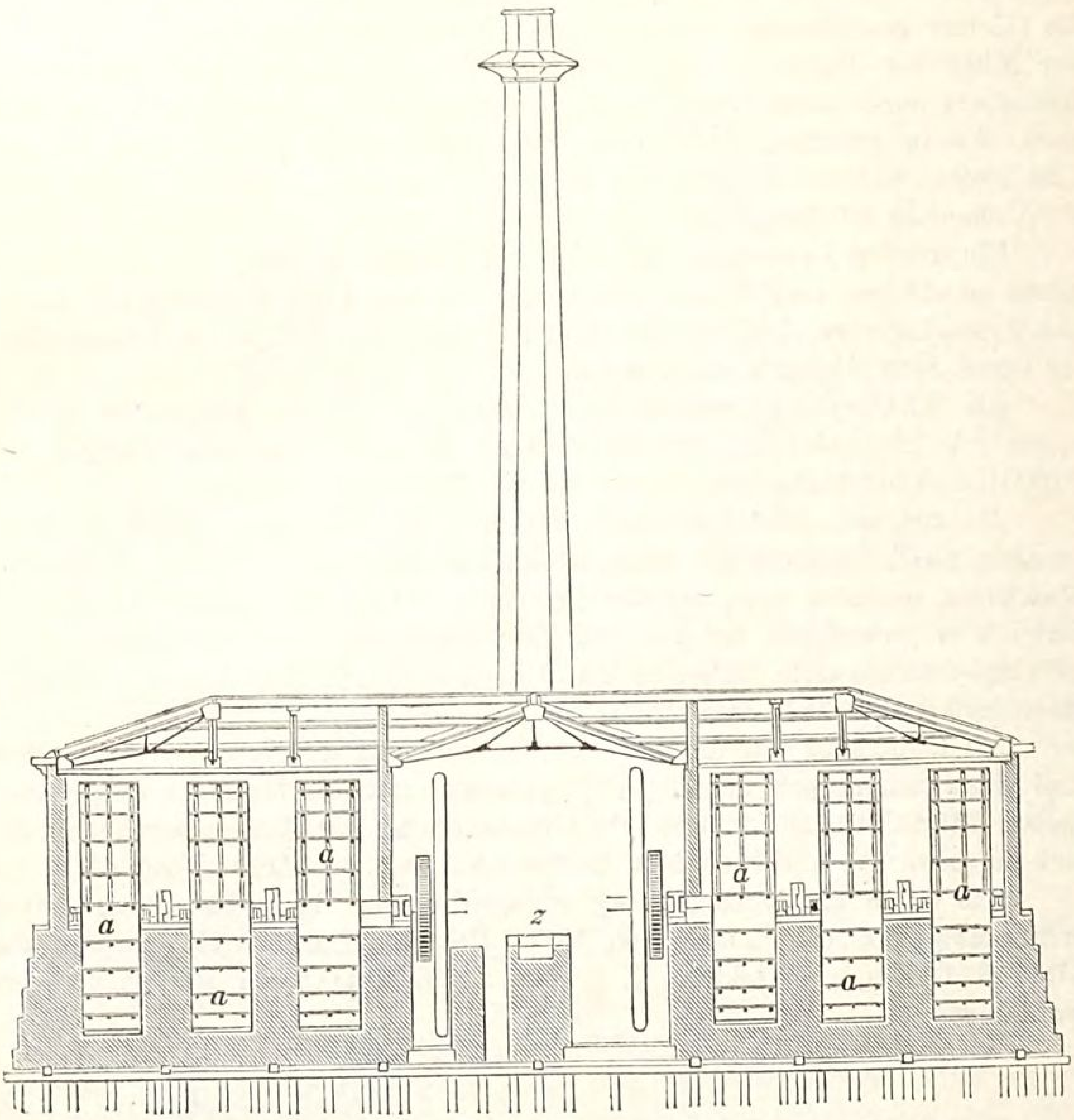
2) Eine Huldigung für den würdigen Baron von Lijnden de Hemmen, welcher wiederum nach einem Jahrhunderte der guten Sache zu nützen bemüht war und der zum ersten Male die Anwendung der Dampfmaschine empfohlen hatte.

3) Letztere Angabe ist die des Herrn Oekonomieraths Hausburg in Königsberg (jetzt in Berlin), in dessen als Manuscript gedruckten, dem Verfasser gütigst zur Einsicht gewährten „Landwirthschaftlichen Reiseskizzen" (Königsberg in Pr. 1873, S. 87), und zwar unter der Ueberschrift: „Das Haarlemer

Durch die Entwässerung oder das Austrocknen des Haarlemer Meeres waren drei andere grossartige Wasserschöpf-Anlagen zu Spaardam und Halfweg (am Amsterdamer Y) und bei Gauda an der Yssel nothwendig geworden, indem man den das ehemalige Meer umgebenden umfangreichen Ländereien einen constanten Innenwasserstand sichern musste.

Bei allen drei Werken ist die Anordnung übereinstimmend so getroffen, dass symmetrisch zu beiden Seiten einer horizontalen Dampfmaschine mehrere Wurfräder (S. 493, Fig. 415 liegen, welche bei geringer Hubhöhe und

Fig. 414.



Meer und der Badhoeve". Letzterer Ort (Badehof) liegt in der Nähe von Amsterdam und ist das schöne, einem Herrn Armersfoort gehörige (auf dem ehemaligen Meere liegende) etwa 240 Hektaren (gegen 1000 Morgen) grosse Landgut, was musterhaft bewirthschaftet wird und wo auch der reisende Techniker freundliche Aufnahme und Belehrung über alles Wissenswerthe findet. Dem Verfasser ist ein ebenso nützlich wie angenehm bei Herrn Armersfoort verlebter Tag (der 21. August 1858) unvergesslich!

grossem Wasserzufluss sämmtlich zu gleicher Zeit in Thätigkeit treten, bei wachsender Hubhöhe jedoch nach einander, je nach dem erhöhten Kraftbedarf losgekuppelt und zum Stillstand gebracht werden können.

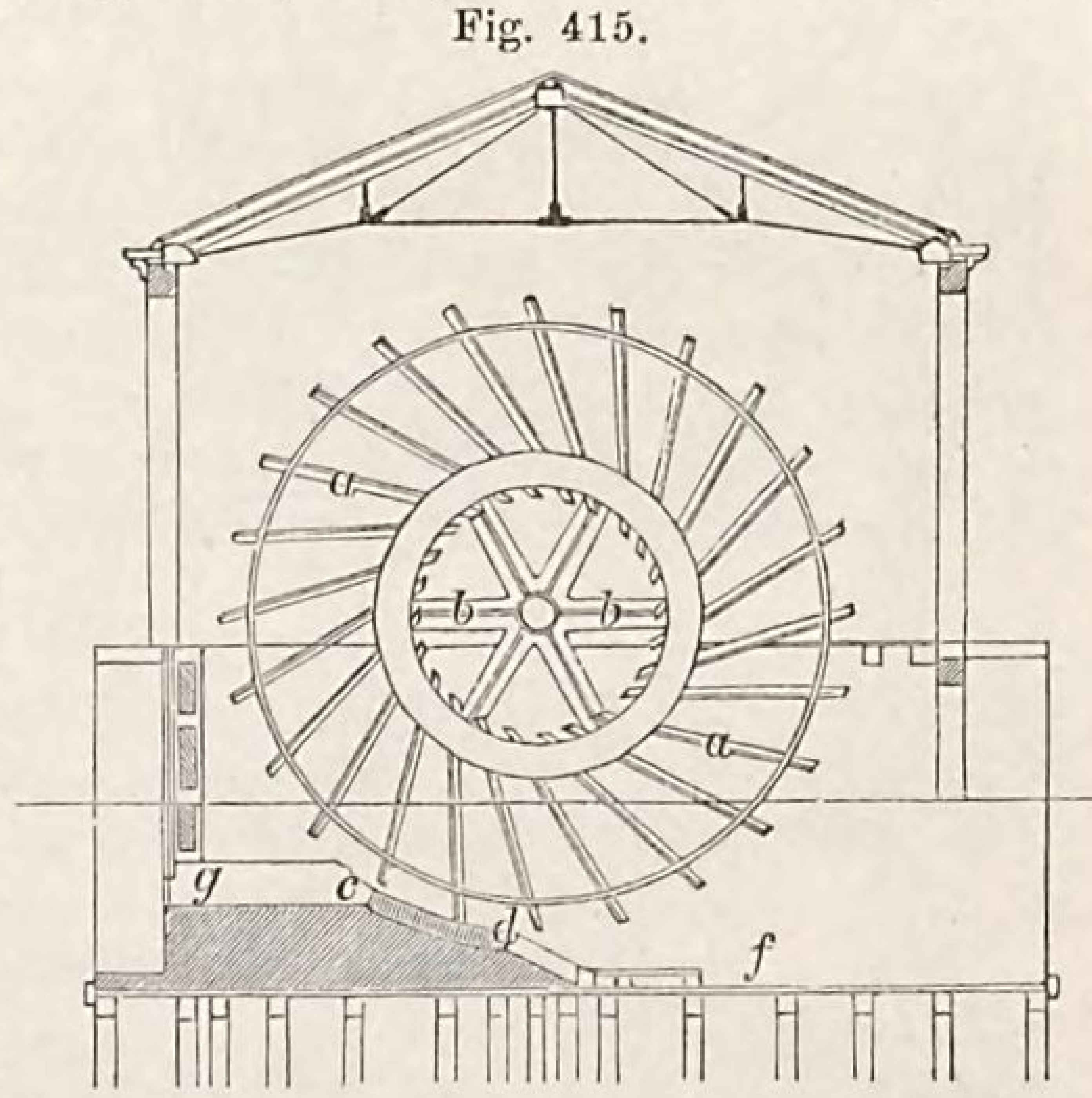
Dergleichen Wurfräder besitzt das Maschinenwerk zu Spaardam (200 Pferdekraft) zehn, das von Halfweg (100 Pferdekraft) sechs und das Werk von Gauda (120 Pferdekraft) ebenfalls sechs.

Das letztere als das neueste (1860 vollendet) und beste, da hier die Erfahrungen der anderen benutzt werden konnten und dies Werk sich auch noch durch Solidität und Eleganz vor den beiden anderen auszeichnet — ist in Fig. 414 und 415 skizzirt und zwar nach amtlichen, dem Verfasser von Herrn Ingenieur Waldorp gütigst zu Gebote gestellten Zeichnungen[1]).

Wie Fig. 414 erkennen lässt, sind die Gauda-Wurfräder *aa* zu beiden Seiten der in *z* gelagerten Dampfmaschine mit horizontalen Cylindern placirt. Jedes der in Fig. 415 in grösserem Maassstabe gezeichneten Räder hat 7,40 Meter Durchmesser und 1,75 Meter Breite. Die Dampfmaschine hat 1,117 Meter Cylinderdurchmesser und der Kolben 2,440 Meter Hub. Die Steuerung wird durch Ventile bewirkt. Die Uebertragung der Dampfmaschinenarbeit auf die Wurfräder erfolgt nicht direct, sondern unter Einschaltung von Zahnradvorgelegen, so dass die Wurfräder circa 5 Umläufe pro Minute machen und folglich ihre Peripheriegeschwindigkeit etwa 2,0 Meter pro Secunde beträgt[1]).

Uebrigens lehrt der Vergleich von Fig. 415 mit der Skizze des altehrwürdigen holländischen Wurfrades Fig. 307 (S. 354), dass sich dessen principielle Gestalt eigentlich gar nicht geändert hat und dass nur die Construction durch Anwendung des Eisens eine vollkommenere geworden ist. Die eisernen Wellen tragen jede zwei gusseiserne Rosetten mit je 6 Armen, die mit Schuhen oder Hülsen versehen sind, um die 24 vorhandenen Schaufeln, von fast 1 Meter Entfernung an der äusseren Peripherie gemessen, in gehöriger Richtung und gehörig fest anbringen zu können. Nahe dem äusseren Umfange sind sämmtliche Wurfschaufeln noch durch eiserne Reifen mit einander verbunden.

Fig. 415.



Da sich bei diesen Wurfrädern nach und nach erhebliche Wasserverluste herausstellten und bei der (verhältnissmässig) grossen Hubhöhe sehr oft ein

1) Die gut ausgeführten lithographirten Originale tragen folgende Ueberschrift: „Droogmaking van het haarlemmer meer. Gebouw to plaatsing van een stoomgemaal te stichten achter de hanepraaisluis te Gauda". Der gedruckte Text ist mit der Marke: „Ministerie van Binnenlandsche Zaken" versehen und mit der Randnotiz: „Stoomgemaal op den I Issel te Gauda".

ordnungsmässiges Arbeiten nicht stattfand, so änderte man 1873 das Gaudaer Schöpfwerk dahin ab, dass man die Wurfräder durch Overmars'sche Pumpräder (S. 385, Fig. 351 und 352) ersetzte, jedoch die ursprüngliche Construction in mehrfacher Hinsicht veränderte und dadurch verbesserte[1]). Insbesondere hatte man die Erfahrung gemacht, dass diese Räder die (früher vorausgesetzte) saugende Wirkung nicht ausübten[1]), weshalb man auch die sonst hohle Trommel (S. 385, Fig. 351) durch eine geschlossene Trommel ersetzte und endlich sowohl den Schaufeln wie dem ganzen Rade eine mehr constructive Gestalt gab.

Fig. 416.

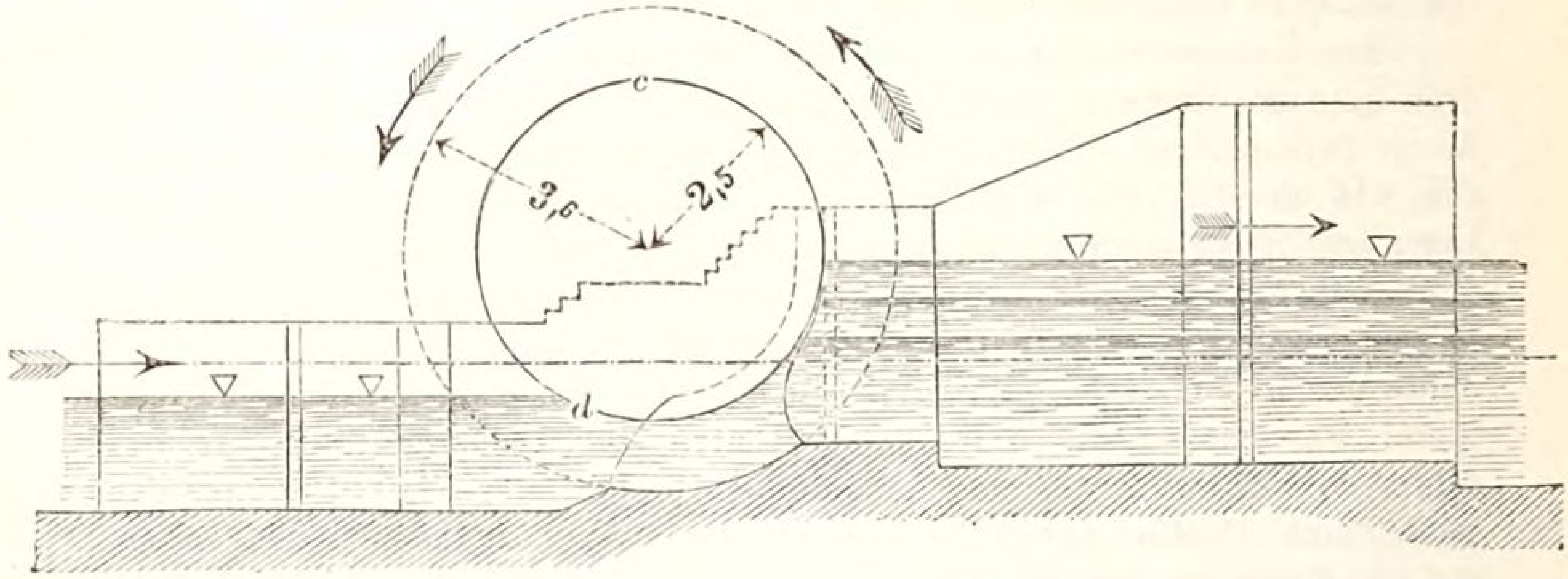
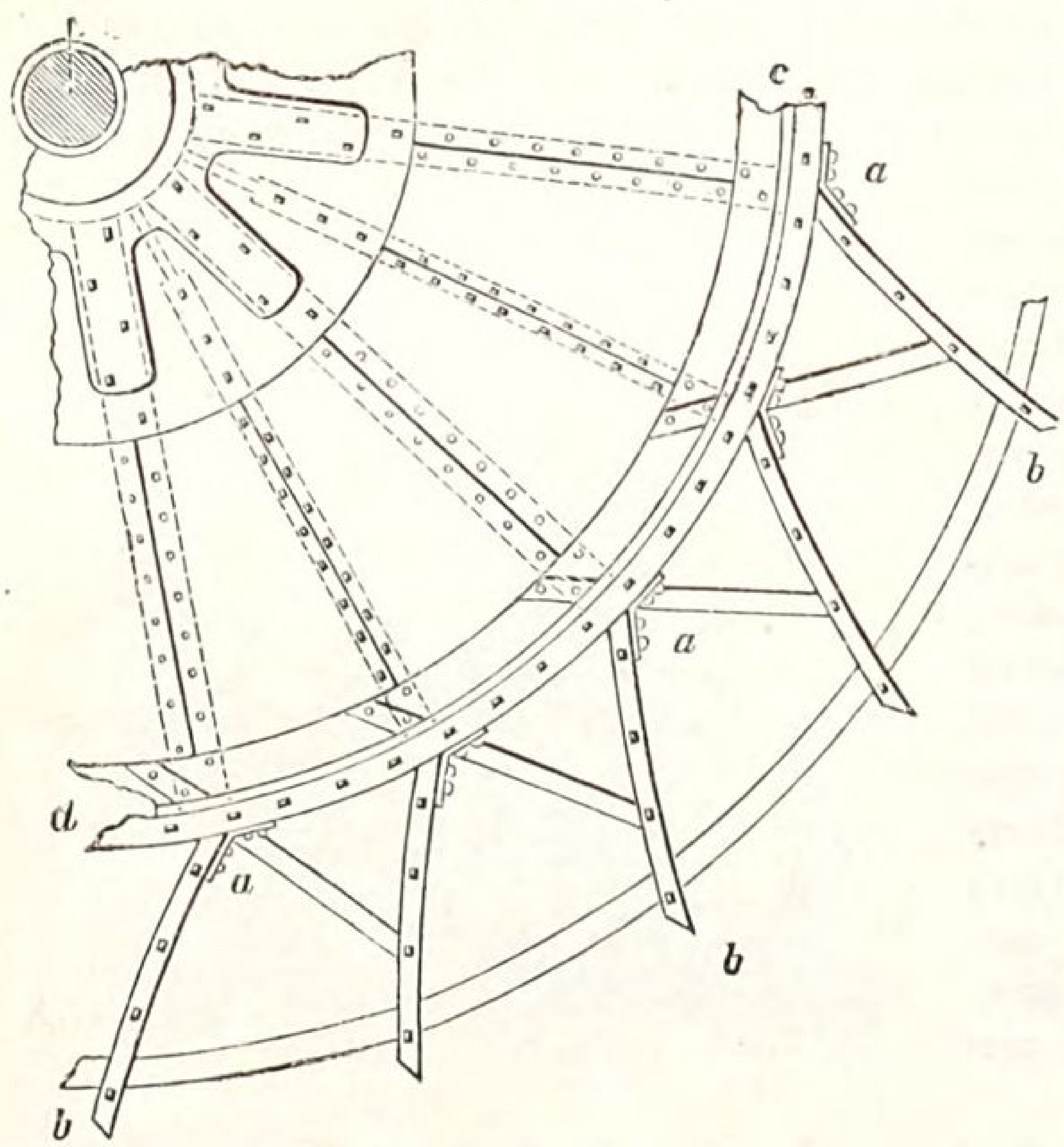


Fig. 417.



Mit diesen Veränderungen beschreibt Herr Baurath Runde in der Zeitschr. des Arch.- und Ing.-Vereins zu Hannover, Bd. XXV (Jahrg. 1879), S. 375 das Schöpfwerk des Mastenbroek-Polders (in Holland, unweit Kampen),

1) Ueber den Erfolg (Effect) dieser Umänderungen wurden im Jahre 1873 sehr umfassende Untersuchungen und Proben vorgenommen, welche in der „Tijdschrift van het koninklijk Instituut van Ingenieurs" 1874—1875, pag. 213 und auf Tafel 16 mit Abbildungen beschrieben sind.

Der Leiter dieser Versuche, ein Major van Royen, bekam viel Streit über Richtigkeit und Werth derselben, worüber in den angegebenen (deutschen und holländischen) Quellen berichtet wird.

wovon Fig. 416 die Disposition eines der drei grossen Pumpräder und Fig. 417 eine Detailskizze zur Beurtheilung der Construction der Pumpräder ist.

Wie angegeben hat der geschlossene Trommelkörper 5,0 m Durchmesser, während die ganze Höhe des Pumprades 7,2 m beträgt. Die Breiten der drei Räder (normal zur Bildfläche unserer Figuren gemessen) sind verschieden, beziehungsweise 2,40 m, ferner 1,10 m und 1,10 m. Die Detailfigur 417 ist (beiläufig erwähnt) in $^1/_{50}$ wahrer Grösse gezeichnet. Noch andere Abbildungen (in Holzschnitt) liefert unsere vorgenannte Quelle.

Zum Betriebe aller drei Räder dient eine Dampfmaschine von 97 Maschinenpferden, wobei bemerkt werden muss, dass die Pumpräder derartig angeordnet sind, dass sie auf der Achse abgekuppelt, also einzeln benutzt werden können.

Die wirklich geförderte Wassermenge wurde zu 484 500 cm gemessen, während die theoretisch berechnete Menge für dieselbe Umgangszeit 506 143 cm beträgt. Hiernach ergäbe sich das Güteverhältniss $g = \frac{484\,500}{506\,143} = 0{,}95$.

Herr Baurath Runde bemerkt in unserer Quelle (S. 377 a. a. O.) noch, dass in jetziger Zeit (1879) nur zwei Maschinengattungen zur Entwässerung von Marschen in Frage kommen können, sobald es sich um erhebliche Hubhöhen (in vorliegendem Beispiele 2,5 m bis 3,0 m) handelt, nämlich Overmars'sche Pumpräder (neuer Construction) und Centrifugalpumpen. Welchen von diesen beiden Maschinengattungen der Vorzug zu geben sein würde, hängt sehr von vorliegenden besonderen Umständen ab, worüber unsere Quelle recht angemessene Erörterungen liefert.

Hiernach darf man sich auch nicht wundern, wenn die betreffenden Ingenieure über die Frage, ob Schöpfräder (Pumpräder) oder Centrifugalpumpen in einem speziellen Falle anzuwenden sind, nicht immer zu übereinstimmenden Resultaten gelangen, wie sich z. B. Herr Ingenieur Dankwerts zu Harburg (Zeitschr. des Hann. Arch.- und Ing.-Vereins, Jahrg. 1882, S. 191, und Deutsche Bauzeitung, Jahrg. 1882, S. 535) für Schöpfräder und Herr Ingenieur Bücking in Bremen (ebendaselbst S. 535) sich für Kreiselpumpen ausspricht.

Einen interessanten Bericht über die gegenwärtigen holländischen Schöpfwerke, giebt Herr Reg.-Baumeister Taaks im Jahrg. 1883, S. 314 der Zeitschr. d. Hann. Arch.- u. Ing.-Vereins. Insbesondere werden hier die sehr bedeutenden Entwässerungsanlagen (zugleich zur Zeit die grössten), zu Schellingwoude und zu Zeeburg am Deiche zwischen dem Y und dem Zuidersee, sowie das zu Katwijk am alten Rheine besprochen.

Auf Grund einer im Jahre 1882 (zweiten) nach Holland unternommenen Reise des Herrn Baurath Runde zum Studium neuer Dampfschöpf-Anlagen, liefert derselbe einen ferneren werthvollen Bericht (der ebenfalls im Hannov. Vereinsblatte, Jahrg. 1884, S. 258—268 abgedruckt wurde) und fast dieselben Resultate wie der Bericht von 1879 liefert.

Auf neuere Entwässerungen mittelst Centrifugalpumpen kommen wir nachher zurück, wenn über Entwässerungen des Bremer Blocklandes und über jüngere Hamburger Entwässerungen Bericht erstattet wird.

Wir benutzen die Gelegenheit, zunächst über holländische Wurfräder und Wasserschrauben zu Ent- und Bewässerungszwecken, folgende Notizen zu geben, wozu wir namentlich wieder die Fijnje'sche Preisschrift, so wie nachbemerkte ebenfalls holländische Quellen benutzten. „Nieuwe Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap 1844. Negende Deel Erste Stuck. Simons en Greve: „Verhandeling over de Stroombemaling van Polders en Droogmakeryen."

Wurfräder wie Wasserschrauben werden sowohl zur Trockenlegung als zur Trockenhaltung der holländischen Polder noch in vielen Fällen in Anwendung gebracht und zwar für die gewöhnlichen kleinen Verhältnisse durch Windräder (Windmühlen) betrieben und meistentheils nach einer Disposition, wie Fig. 246 Bd. 1 (erste Auflage) und Bd. 1, Fig. 315 (zweite Auflage) der Maschinenlehre erkennen lässt[1]).

Nach Simons en Greve's 1844 angestellten (945) Versuchen, mit verschiedenen durch Windkraft betriebenen Wasserschöpfmaschinen (Wurfräder und Wasserschrauben) ist durchschnittlich anzunehmen, dass der Effect eines derartigen Wasserförderwerkes darin besteht, 55 Cubikmeter Wasser pro Minute auf 1 Meter Höhe zu heben. Die Länge der Flügel, welche bei den zu den Versuchen zur Disposition gestandenen Windmühlen vorhanden waren, betrug 22 bis 28 Meter (durchschnittlich 26,8 Meter) und soll innerhalb dieser Grenzen die Flügellänge keinen (?) bedeutenden Einfluss auf den Effect ausüben.

Die Gesammtwirkung einer von einem solchen Windrade betriebenen Schöpfmaschine darf nicht vorstehender, sich auf eine Minute beziehenden Angabe entsprechend genommen werden, da der Gang der Maschine oft unterbrochen und die vortheilhafteste Geschwindigkeit nicht dauernd vorhanden ist. Gewöhnlich nimmt man an, dass eine Mühle in 24 Stunden den Wasserstand auf einer Fläche von 500 rheinischen Morgen (circa 125 Hectaren) um 1 Zoll (26,15 Millimeter) erniedrige.

Bei einem in den citirten Nieuwe Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap mitgetheilten Versuche, förderte ein Wurfrad von 5,89 Meter Durchmesser und von 0,56 Meter Breite bei einer mittleren Förderhöhe von 0,533 Meter und bei 1,17 Meter Tauchung, pro Minute 41,44 Cubikmeter Wasser auf 1 Meter Höhe. Die Geschwindigkeit des Windrades war 55 Enden pro Minute (Enden-Viertelumläufe der Windräder, wie schon Bd. 1, S. 390 bemerkt wurde) oder $13^3/_4$ Umläufe in derselben Zeit, wobei $7^1/_4$ Umläufe auf eine Umdrebung des Wurfrades gingen[2]).

Ueber Verwendung der von Windrädern getriebenen Wasserschrauben zum Trockenlegen und Trockenerhalten von Ländereien, nament-

1) Man sehe auch einen neueren Bericht (des Herrn Ing. Bücking in Bremen) über Schöpfwerke, welche durch Windmühlen betrieben werden, in der Deutschen Bauzeitung, Jahrgang 1882, S. 467.

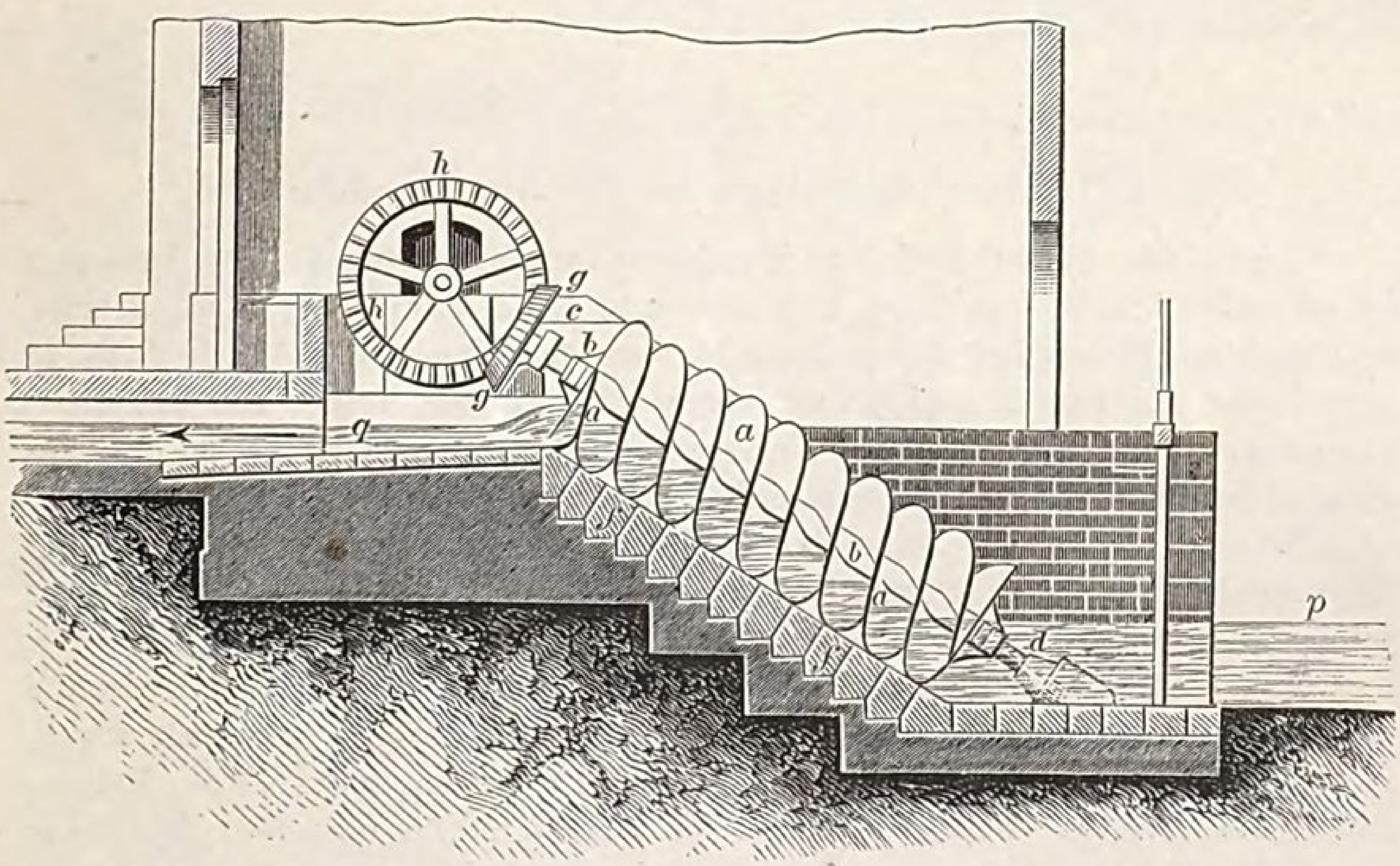
2) Auch in den Marschgegenden Deutschlands wendet man hin und wieder noch Wurfräder für Entwässerungszwecke an, beispielsweise in den Weichselniederungen, worüber (mit Abbildung der betreffenden Maschinen, Windmühle und Wurfrad) in Erbkam's Zeitschrift für Baukunst, Bd. IX. 1859, S. 81, Bericht erstattet wird.

lich Ostfrieslands, berichtet der ehemalige hannoversche Wasserbaudirector Reinhold ausführlich in Crelle's Journal f. d. Baukunst, Bd. 16 (1842) unter Beifügung von Abbildungen.

Um auch hier die Abbildung einer Wasserschraube liefern zu können, benutzen wir eine Abhandlung des französischen Civil-Ingenieurs Gaffier in den Annales des ponts et chaussées No. 77, 1843 (2. Serie, 2. Semestre) pag. 1—18 über Verwendung der Wasserschraube zum Speisen des Canales, welcher Sambre und Oise verbindet.

Unsere Fig. 418 ist den dort beigegebenen (in Kupferstich ausgeführten) Zeichnungen entnommen.

Fig. 418.



Die ganz aus Eisenblech construirte Schraube *ab* hat 1,59 Meter Durchmesser und 6,10 Meter Länge und wird durch eine (Balancier-)Dampfmaschine von circa 26 Pferdekraft betrieben, welche ihr unter Einschaltung eines Zahnradvorgeleges *gh* pro Minute 40 bis 43 Umläufe ertheilt. Der Spielraum zwischen den Umfängen der Schraube und dem gemauerten (fest liegenden) Mantel *ff* soll nicht mehr als 5 Millimeter betragen. Der Neigungswinkel des Mantels (und der Schraubenwelle *bb*) wird in unserer Quelle zu 33 Grad verzeichnet. Der Neigungswinkel der Schraubengänge wird zu 35 Grad für den innern oder vertieften und zu 72 Grad für den äussern oder hohen Gang angegeben.

Behauptet wird, dass man mittelst dieser Schraube im Maximum 0,347 Cubikmeter Wasser pro Umgang fördert, oder 730 Liter pro Secunde, also 63000 Cubikmeter pro Tag, wobei die Förderhöhe 1,75 Meter ist.

Hiernach wird das Güteverhältniss der Schraube zu 0,95, d. i. zu 95 Procent in Bezug auf die Arbeit angegeben, welche die Dampfmaschine auf die

Welle der Wasserschraube überträgt. Referent erlaubt sich hierbei ein Fragezeichen zu machen[1])!

Erwähnt zu werden verdient noch, dass Herr Reg.-Baumeister Dankwerts in No. 40 des Centralblattes der Bauverwaltung vom 4. October 1884, S. 413 einen interessanten, beachtenswerthen Artikel „Ueber Entwässerungsanlagen mit Dampfmaschinen-Betrieb" veröffentlicht, dem wir folgende Angaben über (1884) in Preussen vorhandene Dampf-Entwässerungsanlagen entlehnen: Es sind dies

62	Werke mit	gewöhnlichen Wurfrädern
2	„ „	Schnecken (Schrauben)
36	„ „	Kreiselpumpen (vert. Centrifugalp.)
21	„ „	Centrifugalpumpen (horiz. Achse)
2	Overmars'sche Pumpräder	
123	in Summa.	

Die Entwässerungsanlage im Bremer Blocklande[2]).

Diese mit eigenthümlichen Maschinen ausgestattete Anlage hat zum Zweck, eine Fläche von etwa 1008 Hectaren Land unweit der Stadt Bremen (am rechten Weserufer) durch Ausschöpfen von Wasser der Art trocken zu legen, dass bis zum 1. Mai jeden Jahres alles Wasser, selbst von den tiefst gelegenen Landflächen, entfernt wird und letzerer Zustand bleibt, so dass das Land sicher und ordentlich bewirthschaftet werden kann.

Das im Jahre 1864 nahe der (zwischen Bremen und Geestemünde gelegenen) Eisenbahnstation Burg-Lesum in den sogenannten Deich hineingebaute jetzt völlig veränderte Maschinenwerk ist in den Fig. 419—421 skizzirt.

Zum Betriebe diente eine 300pferdige Dampfmaschine mit zwei horizontal gelagerten Cylindern a und a^2, deren Krummzapfen gehörig gekuppelt waren.

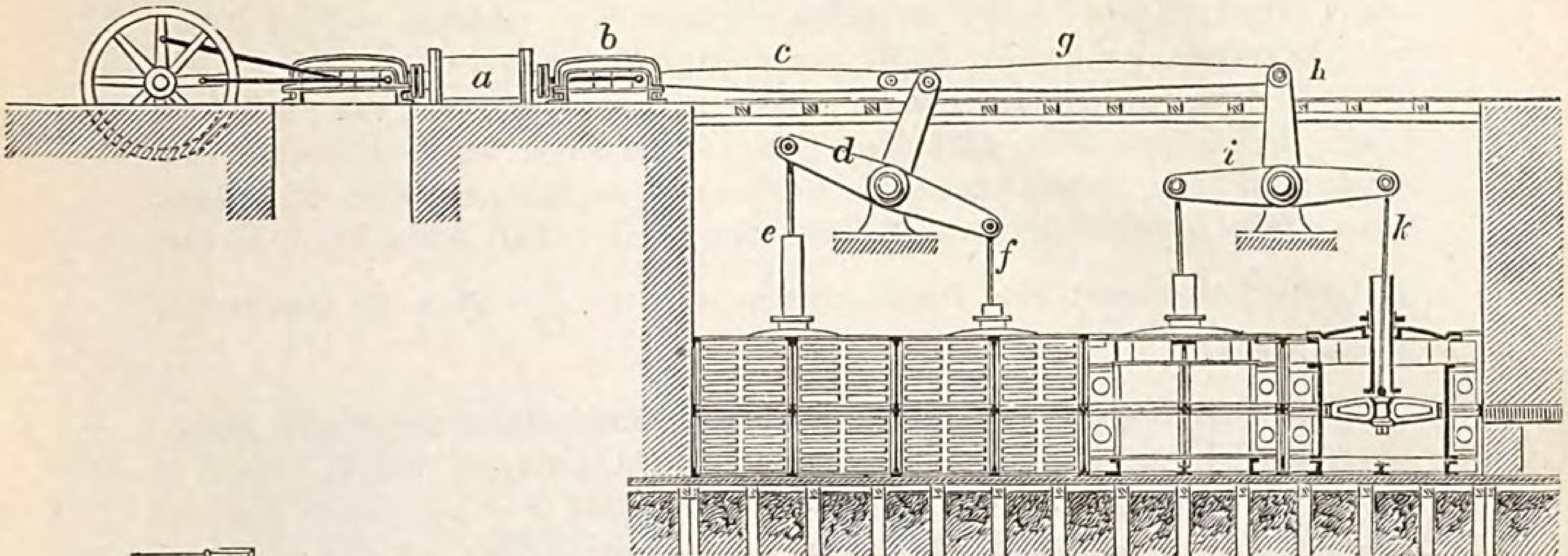
Jeder Cylinder hatte 33 Zoll (englisch) Durchmesser, während der Kolbenhub 5 Fuss betrug. Uebrigens waren die Maschinen für eine Dampfspannung von 4 Atmosphären Ueberdruck construirt und arbeiteten mit Expansion und Condensation.

1) Ein neueres Schöpfwerk, bei den Zuidersee-Schleusen des Nordsee-Canales bei Amsterdam, wo eine 75pferdige Dampfmaschine zwei übereinander befindliche Centrifugalpumpen (Appold'sche Combined engines) bewegt, das Aufschlagwasser keinen Achsendruck auf das Rad ausübt etc., beschreibt und bespricht A. Wiebe im Jahrgange XXII (1872) der Erbkam'schen Zeitschrift für Bauwesen.

Ueber die hydraulischen Schöpfwerke Hollands hat (nach 18monatlichen Studien an Ort und Stelle) der italienische Ingenieur Cuppari in den „Minutes of Proceedings" des englischen Institutes der Civil-Ingenieure, Vol. 75 (1884), pag. 261, eine höchst werthvolle Arbeit geliefert, welche die Ueberschrift trägt: „On the Practical Results obtained from various Raising Machines in Holland".

2) Ausser den bereits S. 684 notirten Quellen, diese Anlage betreffend, sind hier folgende nachzutragen: Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, 1864, S. 281, und Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. XI (1865), S. 363 und Bd. XII (1866), S. 352 (Erfahrungsresultate).

Fig. 419.



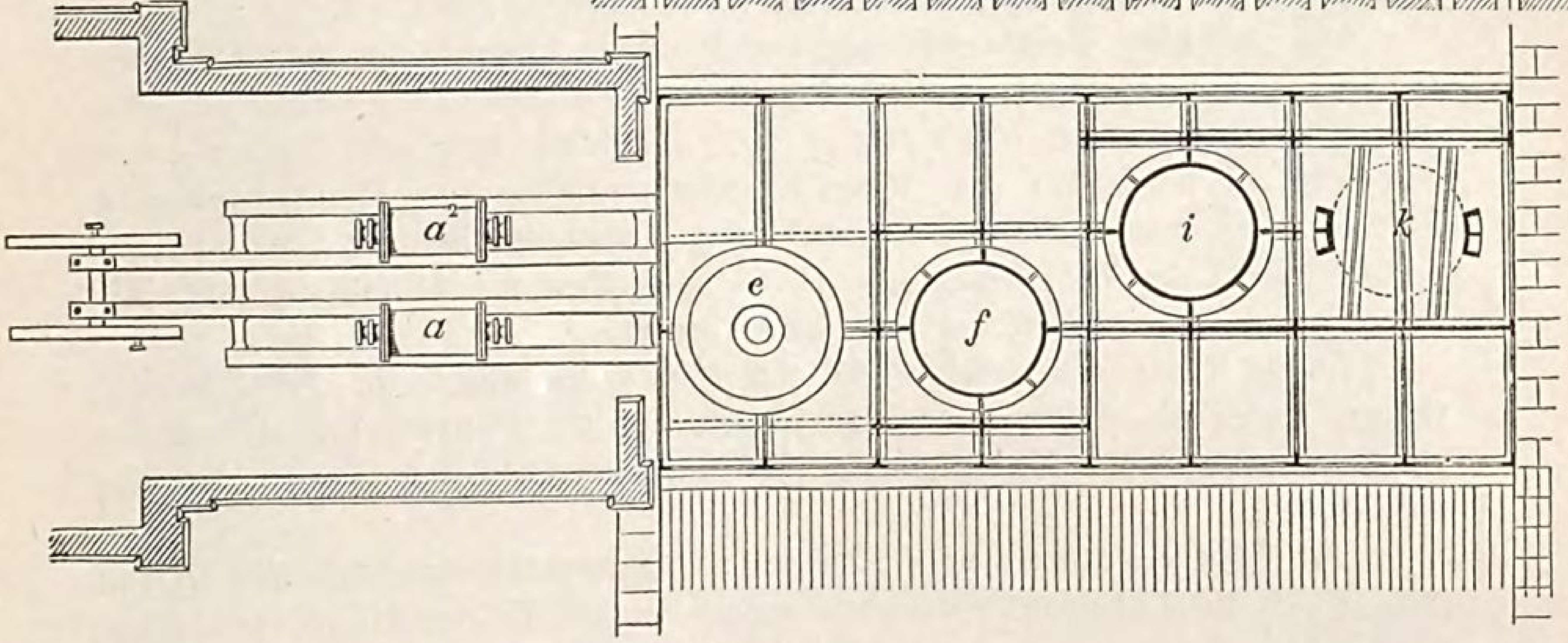
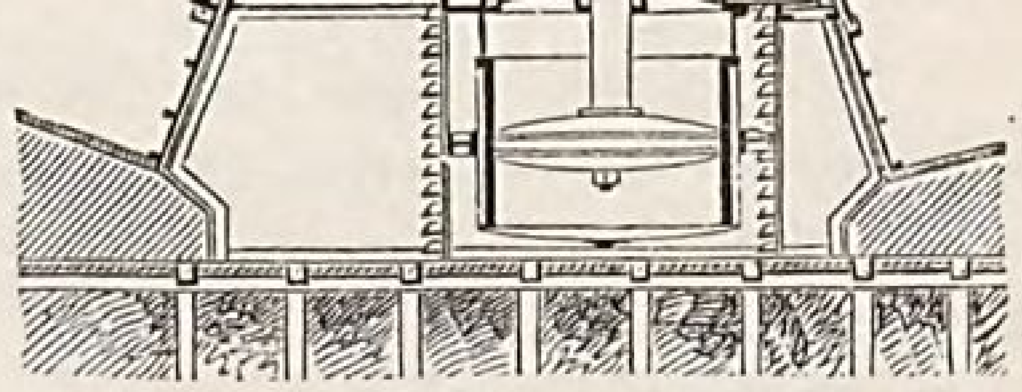


Fig. 420.

Fig. 421.



Zum Fördern des Wassers dienten vier doppeltwirkende Fijnje'sche Kastenpumpen (S. 602, Fig. 435 erste Auflage und S. 369, Fig. 327 zweite Auflage) von je 8 Fuss Durchmesser und 5 Fuss Kolbenhub. Ein aus Eisenblech construirter Kasten (von 50 Fuss Länge und 23 Fuss Breite) bildete die Pumpenkammer, worin die Pumpencylinder so eingebaut waren, dass sie sich in 9 Fuss 3 Zoll hohen Räumen befanden. Die genannte Pumpenkammer war auf Pfahlrost in 10 Fuss 8 Zoll Tiefe fundamentirt, so dass die Pumpen ganz unter Wasser arbeiteten. In den Längswänden der Pumpenkammern befanden sich vorn und hinten je 8 Oeffnungen für den Ein- und Austritt des Wassers, die durch eiserne (in Fig. 421 hinlänglich erkennbare) Schützen gesperrt werden konnten.

Für Anbringung der Saug- und Druckventile waren zwischen Schützen und Pumpencylinder in die einzelnen Abtheilungen verticale 9 Fuss 3 Zoll hohe (zweimal 4 Fuss $7\frac{1}{2}$ Zoll) gusseiserne Ventilrahmen eingebaut, die für jede Arbeitsseite jeder Pumpe wieder 24 Ventilöffnungen von je 3 Fuss Länge und 5 Zoll Höhe enthielten. Die vorhandenen 24 Ventilklappen bestanden aus vulcanisirtem Kautschuk, welche man sorgfältig mit Eisen beschlagen hatte. Jeder Ventilschlitz hatte 3 Fuss Länge und 5 Zoll lichte Höhe, so dass mit jeder Kolbenseite eine Durchlassfläche von $3 \cdot \frac{5}{12} \cdot 24 = 30$ Quadratfuss correspondirte [1]).

Die Dampfmaschinenarbeit wurde unter Einschaltung geeigneter Kunstkreuze auf die vertical gestellten Pumpen so übergetragen, wie aus Fig. 419 erhellt, d. h. von den Kreuzköpfen *b* auf die Lenker *c* und *g*, ferner auf die Kunstkreuze *d* und *i*, sowie endlich auf die Pumpen *ef* und *ik*.

Bei normalem Gebrauche entsprachen einem Umlaufe der zwei Schwungrädern gemeinsamen (gekuppelten) Welle, acht Pumpeninhalts-Leistungen, wodurch man pro Umlauf $5 . 50 . 8$ [2]) = 2000 Cubikfuss (englisch) Wasser erhält und was bei 10 Touren pro Minute 20000 Cubikfuss pro Minute ausmacht. Rechnet man zum Bemessen der wirklichen Leistung circa 10 Proc. Wasserverlust (durch die Ventilklappen etc.), so verbleiben pro Minute 18000 Cubikfuss, welche man im Mittel 4 Fuss hoch förderte.

Im Betriebe von 1864—1865 war das Werk überhaupt 1271 Stunden thätig, wobei die Schwungradwelle jedoch nur $6\frac{1}{3}$ Umläufe pro Minute (im Durchschnitte) machte und ungefähr 940 Millionen Cubikfuss Wasser gefördert wurden [3]).

Das Maschinenwerk, vom Eisenbahn-Obermaschinenmeister Welkner (seiner Zeit in Göttingen) entworfen, wurde von der Kölner Maschinen-Actien-Gesellschaft für den Preis von 50388 Thlr. ausgeführt.

War man anfänglich mit dem Werke nicht gerade unzufrieden, so stellten sich doch im Laufe der Zeit nicht nur vielfache Reparaturen, sondern auch ein sehr grosser Steinkohlenverbrauch heraus, so dass (nach noch anderen Uebelständen) ein völliger Umbau beschlossen, dieser auch im Jahre 1882 ausgeführt wurde und zwar mit einem Kostenaufwande, der nur den dritten Theil der Herstellungskosten des alten Werkes ausmacht.

Die klotzigen Fijnje'schen Pumpen ersetzte man durch zweckmässige und eigenthümliche Kreiselpumpen (Centrifugalpumpe mit verticaler Achse) nach dem Patente [4]) des Bremer Civil-Ingenieurs Herrn Neukirch.

1) Detailzeichnungen und Beschreibungen finden sich in der vorher citirten Abhandlung des Wasserbau-Directors Berg.

2) Der Inhalt eines jeden der Pumpenkolbenquerschnitte beträgt bei 8 Fuss Durchmesser (geometrisch) $64 . 0{,}785 = 50{,}24$ Quadratfuss, wofür man oben nur 50 Quadratfuss rechnete.

3) Nachweisung des Baudirectors Berg vom 21. Januar 1866 in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1866, Bd. XII, S. 352.

4) Kaiserlich Deutsche Patentschrift Nr. 1665 vom 22. Januar 1878.

Fig. 422.

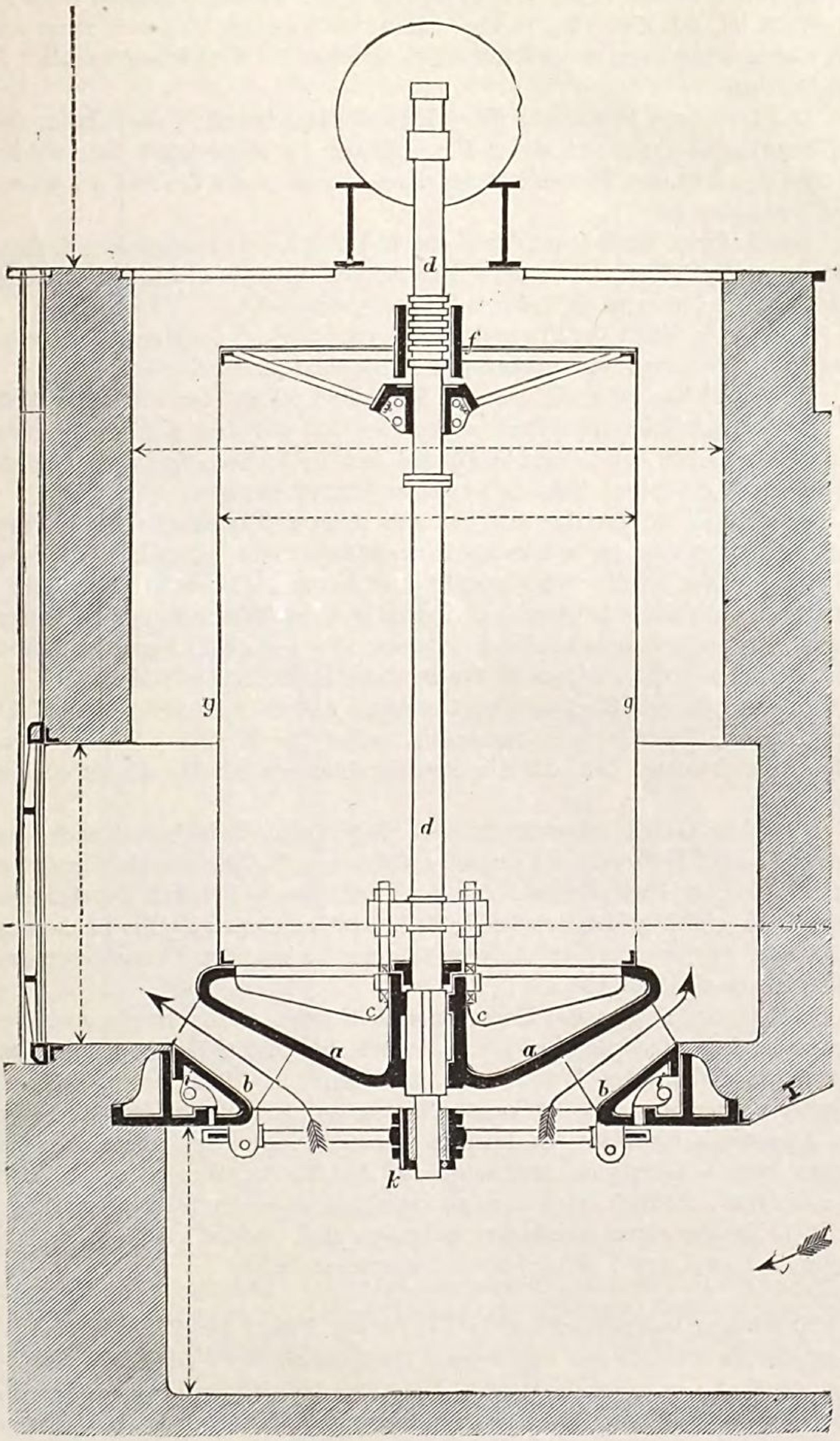


Fig. 422 stellt diese Kreiselpumpe *ab* im Verticaldurchschnitt dar, wobei hervorgehoben werden muss, dass dieselbe auf der vertical stehenden Welle *dd* festgekeilt ist, mit dieser Welle über einem festliegenden Teller *ii* rotirt und dass man das aus Mauerwerk hergestellte Gehäuse im Grundrisse spiralförmig gestaltet hat.

Die besondere Anordnung dieser Kreiselpumpe besteht jedoch darin, dass man dieselbe oberhalb mit einem Blechcylinder *gg* ausgestattet hat, welcher bis über den höchsten Oberwasserspiegel reicht und womit das Rad *ab* wasserdicht verbunden ist.

Durch diese Einrichtung wird ein bedeutender hydrostatischer Auftrieb erzeugt, welcher dem auftretenden Achsendruck entgegenwirkt und gewissermaassen ein Schwimmen des ganzen Kreisels veranlasst.

Ausserdem bildet der Blechcylinder *g* zusammen mit der Masse des Kreiselrades das Schwungrad der vorhandenen Betriebsdampfmaschinen.

Hervorzuheben ist noch, dass das Kreiselrad *ab* auf der verticalen Welle *dd* mittelst Schraube verstellbar angeordnet ist und dass sich dadurch der Spielraum zwischen den Schaufeln *bb* und dem im Brunnen fest (unbeweglich) montirten tellerförmigen Gehäuse *ii* genau justiren lässt.

Unterhalb *i* ist das Lager *k* für den unteren Zapfen des Kreiselrades angebracht. Dasselbe ist mit Pockholz ausgebüchst und bedarf keiner Oelung. Am oberen Ende ist die Betriebswelle *d* in einem sogenannten Kammlager *f* (mittelst einer Reihe halsförmiger Stützzapfen) aufgehangen. Dies Kammlager ist übrigens an dem kräftigen, gusseisernen, horizontal liegenden Balken befestigt, welcher das Fundament der Betriebsdampfmaschine bildet.

Bei der jetzigen Blocklandentwässerungs-Anstalt sind übrigens zwei der beschriebenen Kreiselpumpen vorhanden, wobei der Kreisel *ab* einer jeden 3 Meter Durchmesser hat und die Betriebswelle pro Minute 45 bis 60 Umläufe macht.

Von den beiden correspondirenden Betriebsdampfmaschinen nach dem Systeme Woolf horizontal mit liegenden Cylindern, hat der für Hochdruck bestimmte 450 mm Durchmesser, der für Niederdruck 750 mm Durchmesser, während der gleich grosse Hub beider Kolben 800 mm beträgt. Die Lenkstange der Dampfmaschine schwingt übrigens in einer horizontalen Ebene, statt, wie üblich, in einer verticalen [1]).

Bei den sorgfältigen vom Herrn Baurath Hagen (Hannover) angestellten Versuchen (bei Abnahme des Werkes) förderten beide Kreiselpumpen pro Minute 591 Cubikmeter Wasser auf die Höhe von 1,068 Meter, während garantirt worden war, 500 Cubikmeter Wasser auf 1,22 Meter Höhe zu heben.

Ausserdem ergaben noch letztere Versuche, dass man durch das Verbrennen von 1 Kilogramm Steinkohle 132 Cubikmeter Wasser auf 1 Meter Höhe förderte. Endlich wäre noch zu berichten, dass vier Stück Dampfkessel mit je 75 Quadratmeter Heizfläche vorhanden sind, welche zum Betriebe hinlänglichen Dampf von 7 Atmosphären Ueberdruck liefern.

1) Mit den Dampfmaschinen in Verbindung lieferte der Verfasser eine mit vollständigeren Abbildungen ausgestattete Beschreibung des Werkes in Nr. 10 des Hannoverschen Gewerbeblattes vom 8. Mai 1886, begleitet von vier anderen derartigen Entwässerungszwecken dienenden Anlagen, die sämmtlich als höchst ge-

Entwässerungswerke mit Centrifugalpumpen von Nagel & Kämp in Hamburg.

In Deutschlaud hat sich keine Ingenieurfirma mehr Anerkennung ihrer erfolgreichen Centrifugalpumpenwerke zu Entwässerungszwecken erworben, als die der Herren August Nagel & Kämp in Hamburg. Auf rationelle Con-

Fig. 423.

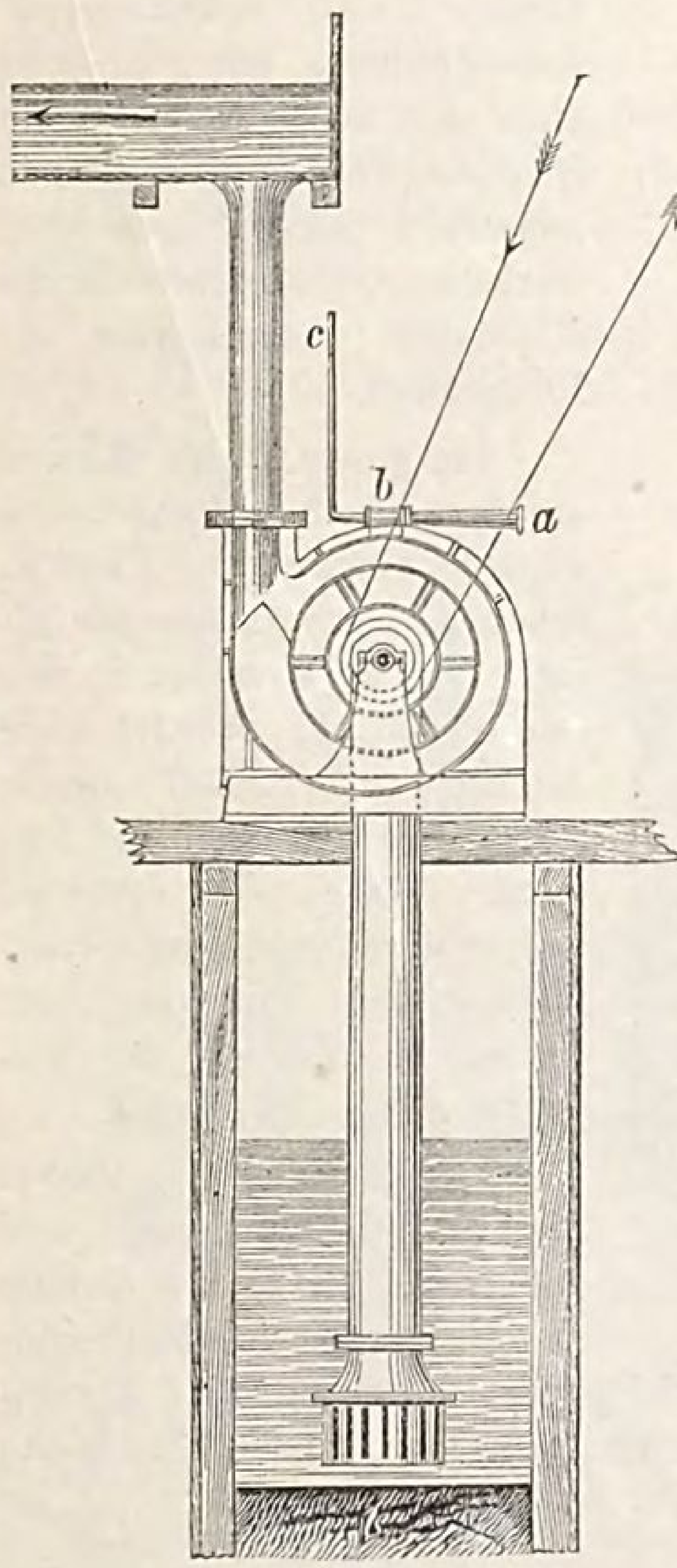
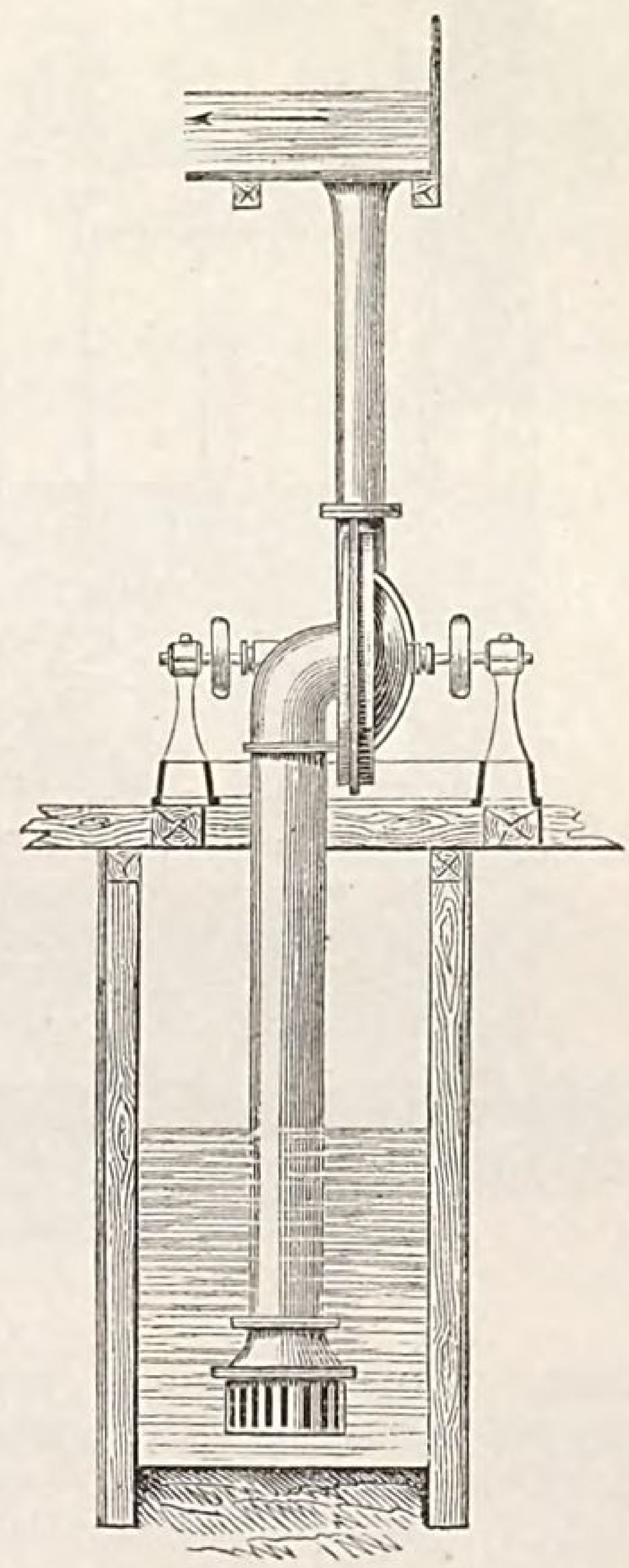


Fig. 424.



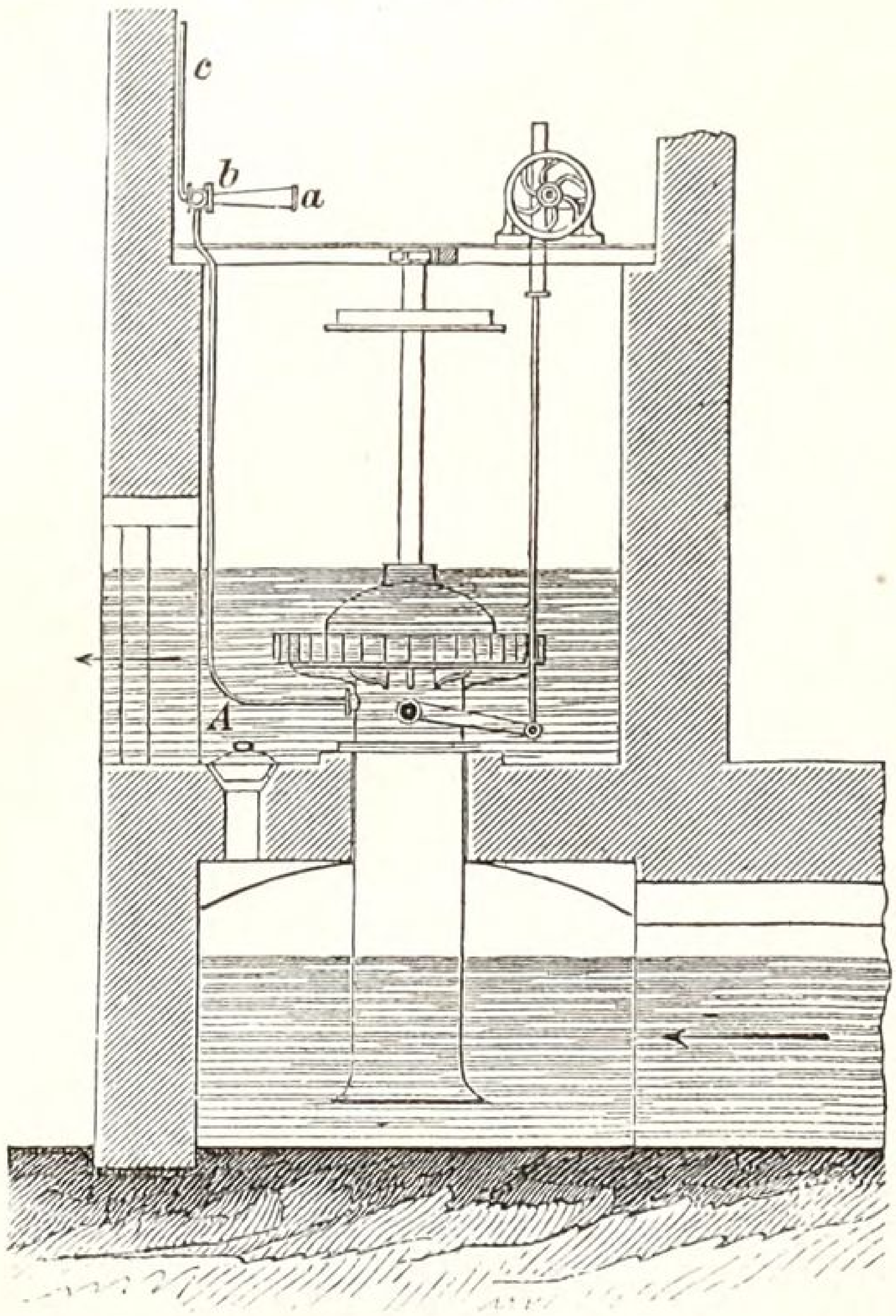
structionsregeln gestützt, liefern diese Herren Centrifugalpumpen mit verticaler und mit horizontaler Achse von grossem Wirkungsgrade. Nachfolgende Abbildungen, Fig. 423—425, derartiger Pumpen verdankt der Verfasser gütiger Mittheilung der Herren Constructeure.

lungen zu bezeichnen sind. Der Verfasser benutzt hier zugleich die Gelegenheit, Herrn Civilingenieur Neukirch in Bremen für bereitwilligst überlassene Zeichnungen und werthvolle Notizen über mehrere seiner ausgeführten Kreiselpumpen hier seinen aufrichtigsten Dank öffentlich auszusprechen.

Die (maschinelle) Ausführung der neuen Blockland-Entwässerungs-Anlage

Vorstehende Dispositions-Skizzen bedürfen keiner weiteren Erörterung als des Hinweises auf die Wasserstrahl-Ejectoren (S. 378) *abc*, die hier kleine von Dampf oder Wasser betriebene Sauger bilden und dazu dienen, das lästige Boden- oder Fussventil (S. 389 oben) zu beseitigen.

Fig. 425.



Unter den mannigfach gelungenen Ausführungen von Centrifugalpumpen für Entwässerungszwecke, Seitens der Herren Nagel & Kämp, ist dem Verfasser unter anderen auch die im Jahre 1868 am Flader-See (Jütland) zu Stande gebrachte bekannt geworden, weshalb er hierüber Nachstehendes mitzutheilen für Pflicht hält.

Die ganze Anlage besteht aus drei, in einer Reihe neben einander aufgestellten Nagel-schen Turbinen, in der Hauptsache von der Anordnung, wie solche (Bd. I, S. 318 erste Auflage und S. 381 zweite Auflage) beschrieben und dort durch Figur 201 erläutert wurde, deren jede zwei Centrifugalpumpen mit verticaler Drehachse (also von der Disposition Fig. 506) treibt.

Jede Turbine hat 2,68 m äusseren Durchmesser und entwickelt bei 1,255 m Gefälle eine Nutzarbeit von 50 Pferdekräften. Von den sechs mit Leitschaufelapparat ausgestatteten Centrifugalpumpen hat jede 1500 mm Durchmesser und Saugrohre von 0,70 m Weite im Lichten.

wurde mit Geschick und Erfolg von der Maschinenfabrik L. W. Bestenbostel & Sohn in Bremen besorgt.

In Nr. 91 der Deutschen Bauzeitung, Jahrgang 1882, S. 535, kritisirt der Reg.-Baumeister Dankwerts in Poppelsdorf die Neukirch'schen Kreiselpumpen in einer Weise, dass man das besondere Interesse dieses Herrn für Schöpfräder (statt der Kreiselpumpen) überall erkennt. Was insbesondere Herr Dankwerts über die Neukirch'schen Schwimmer (Nachtheiliges) zu sagen bemüht ist, setzt wohl mehr eine schlechte Ausführung der maschinellen Theile des Werkes voraus.

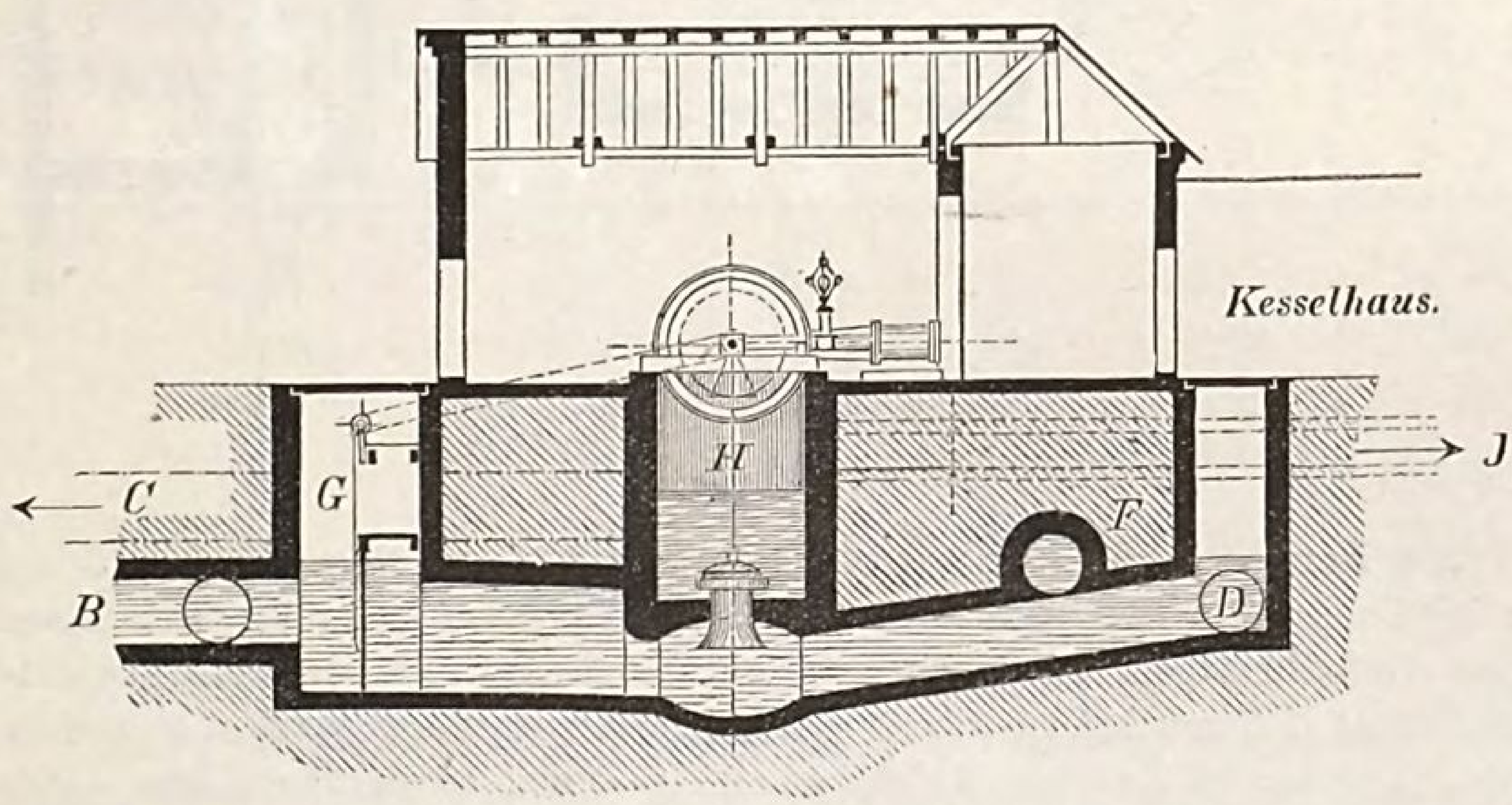
Bei diesem Werke werden, wenn das Gefälle der Turbinen 4 Fuss dänisch (rheinländisch) beträgt, von je 1000 Cubikfuss Aufschlagwasser geliefert:

160	Cubikfuss	bei	12	Fuss Förderhöhe
210	"	"	9	" "
300	"	"	6	" "
500	"	"	3	" "

Die erforderlichen Transmissionsglieder beschränken sich auf eine einzige Uebersetzung und zwar derartig, dass die Centrifugalpumpenwellen etwa 5mal so viel Umläufe wie die Welle der treibenden Turbine [1]) machen. Die Pumpen stehen in der Turbinenkammer, während beide (Pumpen und Turbinen) in bequemster Weise zugänglich gemacht sind. Bei geschlossenen Turbinenschützen und eingesetzten Dammbalken an der Ausflussstelle genügt es, ein Ablassventil *A*, Fig. 425, zu öffnen, um jede einzelne Turbinenkammer ganz trocken besteigbar zu machen.

Eine neuere höchst beachtungswerthe Pumpenausführung der Firma Nagel & Kämp ist die in Fig. 426 und 427 dargestellte Sielpumpen-Anlage in Hamburg.

Fig. 426.

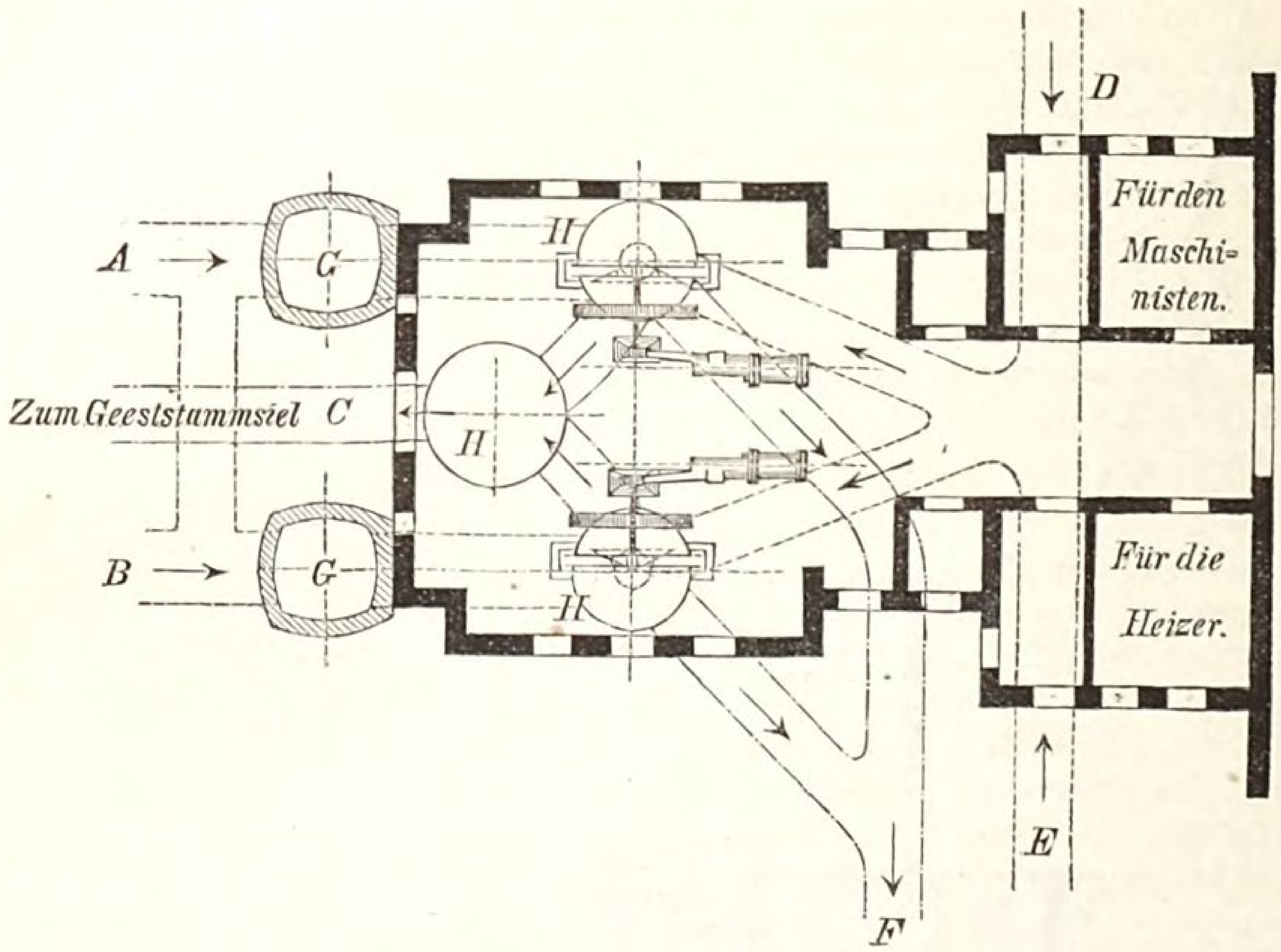


Es handelte sich hier darum, ein Wasser-Schöpfwerk zu schaffen, welches sammt Dampfmaschinen- und Kessel-Anlage mindestens in zwei von einander unabhängig arbeitende Theile zerfällt, so dass jeder Theil der Anlage für sich allein in Reparatur genommen werden kann, ohne den anderen betriebsunfähig zu machen. Alsdann sollte programmmässig aus den Sielen *A* und *B* von + 2,30 m Hamb. Null im Minimum durch *C* in das sogenannte Geeststamm-

1) Nach einem mir gütigst zur Disposition gestellten Uebersichtsplane der Fladersee-Entwässerungsanlage hat das auf der Turbinenwelle festgekeilte Stirnrad einen Durchmessr von 2300 Millimeter, jedes Getriebe der Centrifugalpumpenwellen aber 600 mm Durchmesser. Der Verfasser bedauert, den gedachten Uebersichtsplan hier nicht aufnehmen zu können, indem die nothwendige Vollendung des Buches nicht Zeit zur Anfertigung eines geeigneten Holzschnittes übrig liess.

siel auf in Max. + 6,80 m, aus dem Zufluss *D* vom Min. + 2,27 m in den Canal *F* (auf Max. + 4,58 m) oder in das Siel *C*, endlich aus *E* (+ 3,10 m normal) in das Siel *C* in der Weise geschöpft werden, dass je zwei dieser Operationen gleichzeitig vor sich gehen.

Fig. 427.



Als Normalleistung der ganzen Anlage wurde pro Secunde das Heben von 1,5 Cubikmeter Sielwasser auf circa 2,7 m bis 2,8 m Höhe vorgeschrieben. Diesen Anforderungen wurde entsprochen durch Aufstellung zweier Centrifugalpumpen *HH* von 1050 mm äusserem Raddurchmesser und vertical stehender Welle. Dabei sind Zu- und Ableitungscanäle derart angeordnet, dass durch Ein- resp. Ausschalten derselben mittelst Schiebern jede Pumpe, unabhängig von der zweiten, eine der genannten Arbeiten vornehmen kann.

Als Motor jeder Pumpe dient je eine Dampfmaschine nach dem Systeme Wannieck-Kaeppnen in Brünn, mit sogenannter Präcisionssteuerung versehen. Dabei besitzen sie ein verschiebbares Regulatorgewicht und gestatten dadurch, dem ausserordentlich variabeln Wasserstande e sprechend, eine vorzüglich wirksame Regulirung der Pumpenumdrehungen.

Die Canäle *E* und *D* führen reines (Aufschlag-) Wasser zu, während in gewöhnlichem Betriebe aus *A* und *B* das Sielwasser geschöpft wird, welches Fäkalstoffe, Hausabfälle etc. enthält.

Um die Pumpen vor groben schwimmenden Substanzen des Sielwassers zu bewahren, ist in jedem der Schächte *G* ein Schutzgitter angebracht und dies mit einem Rechen versehen, der sich, von der Maschine angetrieben, beständig vor dem Gitter auf- und niederschiebt, dieses mithin vor dem Verstopfen schützt. Der Rechen drückt Putzwolle, Lappen, Hobelspähne etc.

durch das Schutzgitter und haben die Pumpen eine besondere Einrichtung erhalten, um ein Verstopfen durch diese lästigen Körper zu verhindern.

Da das Sielwasser schlecht riecht, so wurde eine recht wirksame Ventilation dadurch erzeugt, dass man einen Canal J, der mit den drei Schächten K in Verbindung steht, in den Schornstein der Kesselanlage ausmünden lässt.

Der Einfachheit wegen wurde keine Compound-Dampfmaschine in Anwendung gebracht, so dass der Dampfverbrauch nicht der möglichst geringste ist, immerhin aber nur 1,70 Kil. pr. ind. Pferdekraft (ca. 2 Kil. pr. effective Pferdekraft) beträgt, so dass im Mittel 110 Cubikmeter Wasser durch die Verbrennung von 1 Kilogr. Kohlen 1 Meter hoch gehoben werden.

Recht sorgfältig angestellte Versuche lieferten Resultate, die in folgender Tabelle verzeichnet sind, worin Q die secundlich geförderte Wassermenge in Cubikmetern, H die Förderhöhe in Metern, N_i die mit dem Indicator gemessenen Maschinen-Pferdekräfte, N_h die sogenannten Wasser-Pferdekräfte $\left(= \frac{\gamma Q H}{75}\right)$ und N_e die effectiven Maschinenpferde bezeichnet:

Schwungrad-Umdrehungen der Dampfmaschine	Q	H	N_i	$\frac{N_h}{N_i}$	$\frac{N_h}{N_e}$
70,0	0,85	2,75	46,2	0,674	0,770
69,9	0,84	2,76	44,8	0,690	0,790
69,8	0,84	2,75	43,0	0,716	0,820
70,1	0,84	2,74	42,9	0,715	0,820
70,0	0,83	2,75	45,19	0,673	0,770
Im Mittel	0,84	2,75	44,4	0,693	0,794

Eine der grossartigsten Entwässerungen der Neuzeit, welche mit Centrifugalpumpen ausgeführt wurde, dürfte wohl auch die Trockenlegung der Ferrara-Marschen in Nord-Italien sein, wozu J. & H. Gwynne in London die sämmtliche Maschinerie lieferten und worüber im Engineering vom 25. Juli 1873 ausführlich berichtet wird.

Die zu entwässernde Fläche soll nahezu 200 englische Quadratmeilen betragen und die zu leistende Arbeit der acht projectirten Centrifugalpumpen darin bestehen, pro Minute 2000 Tons Wasser auf eine mittlere Höhe von $7^1/_4$ Fuss zu fördern. Der Betrieb soll durch Woolf'sche zweicylindrige Dampfmaschinen beschafft werden.

Weiteres liefert unsere Quelle auf S. 67 und 500[1]).

1) Ueber eine ebenfalls mittelst Gwynne'scher Centrifugalpumpen beschaffte Entwässerung für die Nissum-Fiord-Compagnie in Dänemark, woselbst der Betrieb durch horizontale Dampfmaschinen erfolgt, handelt (mit Abbildungen begleitet) ein Artikel des Engineering vom 19. August 1870, pag. 129.

Der Verfasser hält hier die Bemerkung für Pflicht, dass die Gwynne-

Pumpwerke für Latrinenstoffe und Schmutzwasser.

§. 22.

Bekanntlich [1]) bekämpfen sich noch gegenwärtig die Parteien zweier Systeme zur Entfernung menschlicher Excremente und anderer unangenehmer, der Gesundheit mehr oder weniger schädlicher Abfallstoffe grösserer Städte. Während die eine Partei dichte Abtrittsgruben oder geeignete Gefässe (Tonnen) für angemessen hält, die man beziehungsweise leert und entfernt, will die andere Partei sämmtliche Auswurf- und Abfallstoffe durch (das Schwemmsystem) besondere unterirdische (event. durch Wasser gespülte) Abzugskanäle (Siele) wegbringen, wobei dies letztere System als das reinlichste [2]) (gesündeste) und durchgreifendste, wenn auch kostspieligste bezeichnet werden muss.

schen Centrifugalpumpen zu Entwässerungszwecken sich fortwährend eines ausgezeichneten Rufes erfreuen. Die neuesten Nachrichten hierüber, welche hier bis zum Schlusse der Redaction dieses Bogens verzeichnet sind, finden sich abgedruckt in der englischen Zeitschrift „Engineering", Jahrgang 1885, II, pag. 124 und 215. Unter Anderem wird hier einer für den Mersey Dock Board ausgeführten Anlage gedacht, wo vier Centrifugalpumpen vereint nicht weniger als 500 Tons (500 000 Kilogramm Wasser) pro Minute fördern.

1) E. Wiebe, Ueber die Reinigung und Entwässerung der Stadt Berlin. Berlin 1861. Dies vortreffliche Werk (mit 55 Blatt grossen Zeichnungen) beschränkt sich nicht nur auf Berlin, sondern erörtert und beschreibt auch die bedeutendsten Anordnungen anderer Städte.

v. Kaven, Collectaneen über Entwässerung und Reinigung von Städten. Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. IX (1863), S. 291—363. Eine fleissige vortreffliche Arbeit, die alles Werthvolle enthält, was bis zum Jahre 1863 im Gebiete der Literatur über den betreffenden Gegenstand veröffentlicht wurde.

v. Salviati etc., Die Abfuhr und Verwerthung der Düngstoffe. Berlin 1865. Reisebericht einer Commission, welche für betreffenden Zweck die Städte Metz, Strassburg, Lyon, Basel, Carlsruhe, Leipzig, Dresden, Nürnberg, München und Zürich besuchte.

Reclam, Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. I, S. 264 und S. 270.

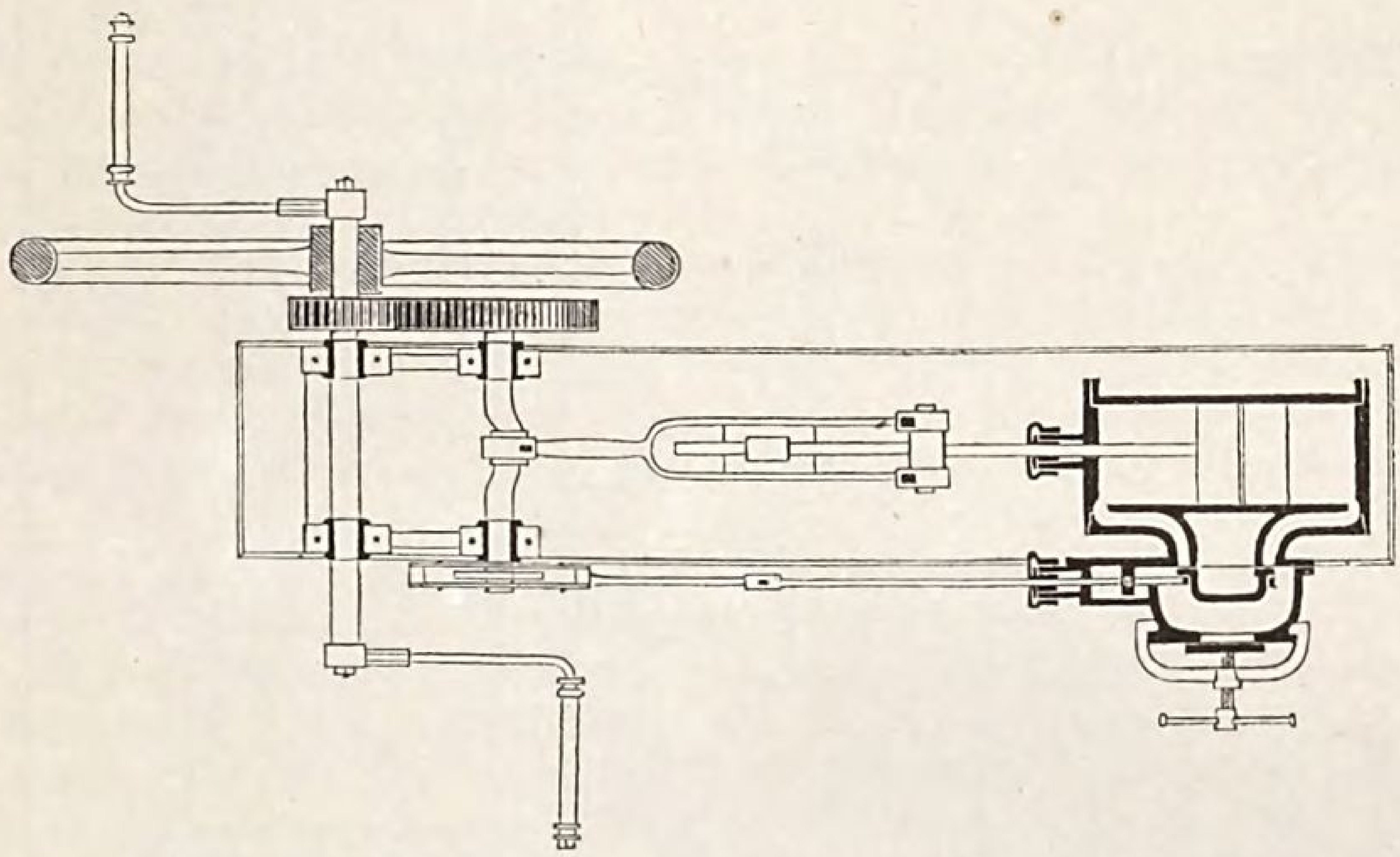
Reinigung und Entwässerung Berlins. Berichte über Versuche und Untersuchungen. Berlin 1870 bis 1874. Bis jetzt 12 Hefte. Das Ausführlichste seiner Art.

2) Waterclosets.

Für beide Systeme hat man Pumpwerke angeordnet, die im Nachstehenden, so weit es hier Zweck und Raum gestatten, besprochen werden sollen.

Wir beginnen mit den Pumpenwerken des Abfuhrsystemes [1]), die zur Entleerung der Abtrittsgruben (Latrinen, Kloaken) bestimmt sind und wählen zur Besprechung die jetzt unter dem Namen „New-Yorker“ oder Schittinger Pumpe verbreitetste Gattung [2]). Aus dem Durchschnitte der Pumpe Fig. 428

Fig. 428.



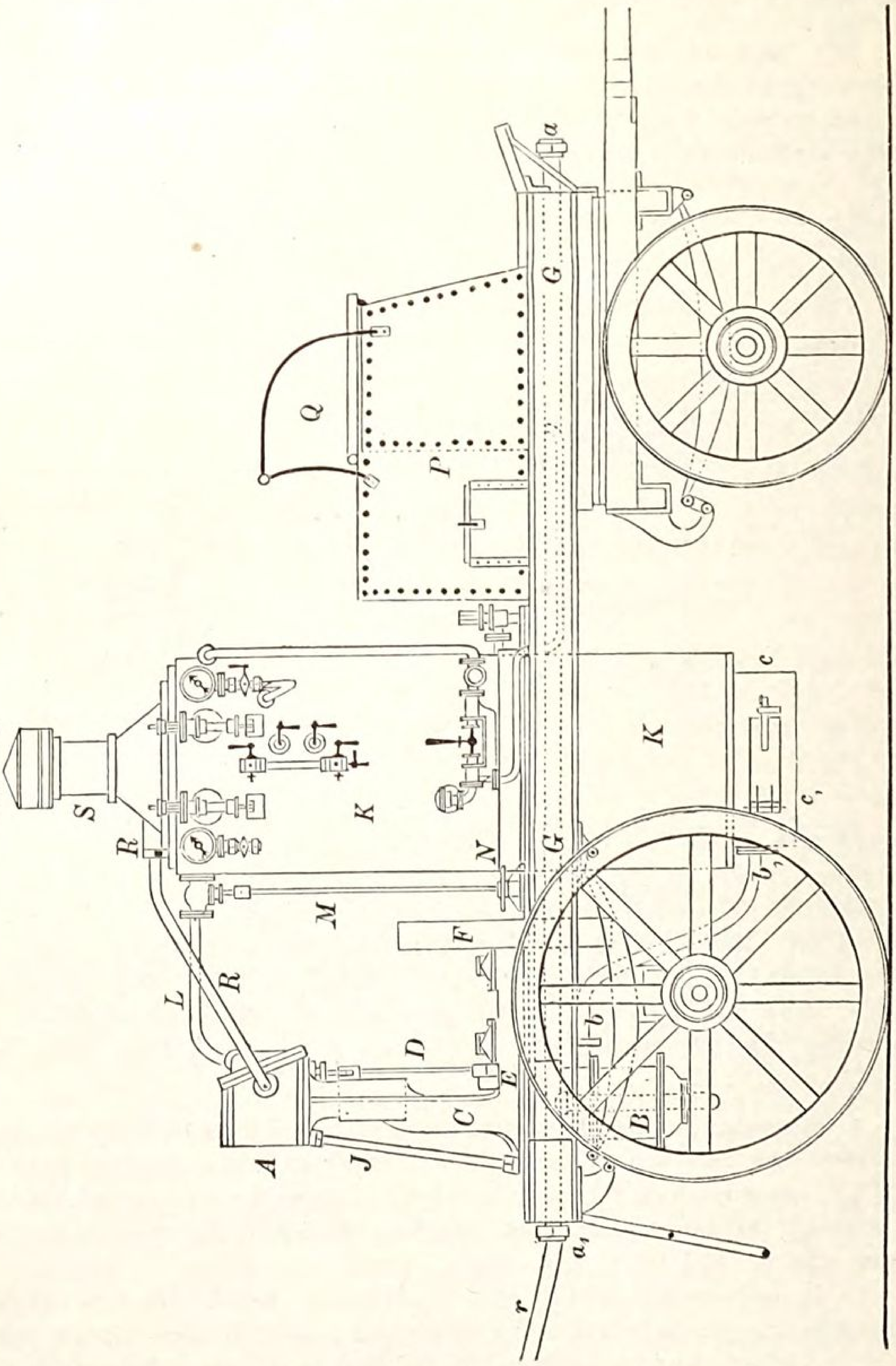
erkennt man sofort, dass hier keine Ventile, sondern statt solcher ein Schieber und zwar von der Anordnung in Anwendung gebracht ist, wie dies bei den gewöhnlichen Schiebersteuerungen der Dampfmaschinen (Bd. 1, S. 416, 442 ff.) der Fall ist. Der Schieber schneidet hier die mehr oder weniger klumpigen festen Inhalte (Fäces) der Grube gehörig durch, während diese mehr oder weniger zähe und klebrige Substanz gewöhnliche Ventile verschmieren und unwirksam machen würde. Um auch sonstige in der zu fördernden Masse

1) In Bezug auf das Entleeren der Abtrittsgruben mittelst Dampf-Saugapparaten sehe man den vorher citirten Reisebericht v. Salviati's etc. S. 90, Tafel IV, sowie Capitain Liernur's Schrift: „Die pneumatische Canalisation in der Praxis.“ Frankfurt a. M. 1873. Zu letzterer Schrift Abbildungen im Engineering vom 20. Mai 1870.

2) In dem vorher citirten 1865 erschienenen Reiseberichte der Berliner Commission von v. Salviati etc. wird die oben als Fig. 428 skizzirte Pumpe die „New-Yorker“ genannt, während im Bulletin de la Soc. et Industr. de Mulhouse von 1863, pag. 267 dieselbe Maschine als die Erfindung des Mühlhausener Maschinenfabrikanten Mathieu Schittinger bezeichnet wird. Man sehe hierüber auch die bereits früher (S. 625) citirte Schrift von Hölder, „Die Fortschritte in der Construction der Pumpen“, S. 66.

enthaltene Körper, wie Lumpen, Papier, Gemüse und andere Küchenabfälle unschädlich zu machen, sind zwei Messer angebracht und zwar das eine am Schieber, das andere am Schieberspiegel. Die Bewegung der Pumpe geschieht

Fig. 429.



durch an Kurbeln thätige Arbeiter, deren (Accord-) Geschwindigkeit von **einem** Meter pro Secunde (Bd. 1, S. 233 erste Auflage und S. 287 zweite Auflage) durch Einschaltung eines Zahnradpaares, wovon das kleinere Rad auf der Kurbelwelle steckt, im Verhältnisse von 2 : 3 vermindert wird.

In unserer Mühlhausener Quelle (siehe S. 509 Note 2) wird dieses Pumpenwerk (nach damit in Mühlhausen, Basel und Grenoble gemachten Erfahrungen) sehr gelobt. Auf der Bremer internationalen landwirthschaftlichen Ausstellung von 1874 producirten die Mechaniker Duden & Co. in Köln a. Rh. eine fast ganz gleiche Latrinenpumpe, wobei versichert wurde, dass sie bereits 132 Exemplare derselben (darunter allein fünf für die Stadt Köln) geliefert hätten.

Zur Wiener internationalen Ausstellung von 1873 hatte der Ingenieur Hahn in Stuttgart eine ebenfalls durch Menschenkraft zu betreibende Luftpumpe eingesandt, die in Württemberg vielfach zum Entleeren der Abtrittsgruben benutzt werden soll. Man sehe deshalb den Engineering vom 13. Juni 1873, pag. 432.

Ganz besondere Anerkennung hat seit dem Jahre 1862 ein transportables „Latrinen-Dampfpumpwerk" gefunden, welches in der Stadt Hannover zur Zeit in mehreren Exemplaren arbeitet und dessen Anordnung aus vorstehender Abbildung Fig. 429 zu entnehmen ist[1]).

A ist eine kleine (zweipferdige) Dampfmaschine (von $1^1/_2$ bis $1^4/_5$ Pferdekraft) mit vertikal gestelltem Cylinder auf einem sogenannten Bockgestelle C montirt und rückwärts bei J gehörig verstrebt. Unter Einschaltung des sogenannten Schubkurbelmechanismus (Lenkstange und Krummzapfen) wird die Arbeit dieser Dampfmaschine auf eine horizontalliegende Welle E übertragen, auf welcher das zur Bewegung des Schiebers D erforderliche Exentrik und das zur Regulirung der Bewegung erforderliche Schwungrad F befestigt ist. An der Kolbenstange der Dampfmaschine und zwar unmittelbar in deren Fortsetzung nach unten ist der Kolben der Luft-Saugpumpe B angebracht, welcher Lederliderung besitzt, durchbrochen ist und mit zwei sich nach oben öffnenden Klappen ausgestattet wurde. Saug- und Druckventile (ebenfalls Klappen) befinden sich beziehungsweise im Boden und im Deckel des Luftpumpencylinders B.

K ist der vertikal gestellte Feuerröhren-Dampfkessel, woraus der frisch gebildete Dampf im Rohre L der Dampfmaschine zugeführt wird, während das Rohr R zur Leitung des Abdampfes dient, der, beiläufig bemerkt, in den (verhältnissmässig) niedrigen Schornstein tritt und dessen Luftzug bewirkt. P dient als Behälter für Steinkohlen und für Speisewasser des Dampfkessels, während Q den Sitz angiebt, wo der Kutscher beim Fortbringen des Fuhrwerkes seinen Platz einnimmt. Durch ein Handrad N kann eine Stange M bewegt werden, die an ihrem oberen Ende mit dem Dampfventile derartig verbunden ist, dass von N aus die Regulirung, Absperrung etc. des vom Kessel K nach der Maschine A zu leitenden Dampfes bewirkt werden kann.

Der Process des Entleerens einer Abtrittsgrube ist mit Hülfe dieses Maschinenwerkes folgender:

Zuerst wird die locomobile Dampfmaschine A mit der zugehörigen Luft-Saugpumpe B und dann der in unserer Abbildung weggelassene Wagen vorgefahren, auf welchem ein mit den Fäces der Abortsgrube zu füllender horizontalliegender Cylinder von 1500 bis 2500 Liter Inhalt (von circa 1 Meter Durchmesser) befestigt ist. Hierauf wird zwischen diesem Fäces-Kessel und der Abortsgrube eine 10 Centimeter weite Rohrleitung eingeschaltet, die theils

1) Ausführlicher vom Verfasser beschrieben und erörtert in Nr. 16, Jahrgang 1882, S. 241 etc. des Hannoverschen Gewerbeblattes etc.

aus vulkanisirtem Kautschuk (mit Spiralfedern als Gerippe ausgestattet), theils aus Eisenblech besteht, deren Enden unter einander mit passenden Klammern rasch und luftdicht verbunden werden können.

Hierauf vereinigt man den oberen Theil (eine Art Dom) des Fäceskessels durch ein Rohrstück *r* mit der zur Luftpumpe *B* führenden Rohrleitung bei *a* oder a_1 an je einem Ende des Wagengestelles *GG* und setzt die Dampfmaschine in Thätigkeit. Die hierdurch aus dem Fäceskessel gesogene Luft passirt das Rohrstück *r*, gelangt durch eine kurze Rohrleitung bb_1 in den überall dicht verschlossenen Aschekasten cc_1 des Dampfkessels *K* und dient der Feuerung als Verbrennungsluft. Ist ein genügendes Vacuum in dem Fäceskessel erzeugt, so öffnet man das Ventil der Grubenrohrleitung, worauf die zu entfernende Masse in den genannten Kessel gelangt. Während man den ersten Kesselwagen gefüllt abfährt, bringt man einen zweiten solchen Wagen mit dem Dampf-Luft-Pumpen-Apparate (unserer Abbildung) in Verbindung und setzt dies Verfahren so lange fort, bis die beabsichtigte Entleerung der betreffenden Abortsgrube vollendet ist.

Referent hat selbst beobachtet, dass (nach allen Vorbereitungen) die Füllung eines Fäceskessels von 1500 Liter Rauminhalt in der Zeit von 3½ Minuten erfolgte, obgleich zwischen dem gedachten Kessel und der Abortsgrube eine 10 Centimeter weite Rohrleitung von circa 30 Meter Länge eingeschaltet war. Der im Kessel *K* gebildete Wasserdampf hatte dabei eine Spannung von 5 Atmosphären Ueberdruck und das Schwungrad *F* verrichtete pro Minute 75 bis 80 Umläufe.

Wie bereits erwähnt, rührt der Entwurf des ganzen Werkes vom Civil-Ingenieur Grabau in Hannover her, während die Ausführung (der Bau) von der Maschinenfabrik der Herren Knölke, Hävemeyer und Sander (Schaufelderstrasse Nr. 16) beschafft wurde [1]).

Anmerkung. Ein zweites in der Stadt Hannover angewandtes Verfahren zur Entleerung der Abtrittsgruben, die sogenannte pneumatische Methode, besteht darin, möglichst luftdichte eiserne Kessel mit Hülfe von Wasserdampf, den man in geeigneter Weise condensirt, (fast) luftleer zu machen. Hierbei zeigt sich jedoch der Uebelstand, dass die betreffenden Kessel (zur Aufnahme der Fäcalien) nur zum Theil gefüllt werden können, was um so nachtheiliger auftritt, je länger die ursprünglich mit atmosphärischer Luft gefüllten (meist unumgänglichen) Rohrleitungen sind.

Beachtenswerthe Ergänzungen vorstehender Mittheilungen finden sich in folgendem Buche:

Sautter & Dobel, „Die Abfuhr und Verwerthung der Fäcalstoffe in Stuttgart“. 1879. (Pneumatische Grubenverwaltung in Stuttgart.)

1) Seitens der Polizei wurde beim Betriebe des Werkes zur Pflicht gemacht:

1. Dass als Brennmaterial nur Coke verwandt wird;
2. dass weder die Nachbarschaft der Arbeitsstelle, noch das circulirende Publikum erheblich durch Geräusch (oder Dampf) belästigt wird.

Seit der Mitte der 50er Jahre beschäftigt man sich auch in London ernstlich mit durchgreifenden Maassregeln zur besseren Abführung (Sewage) des Latrinen- (Kloaken-) und Schmutzwassers und gelangte endlich zum Entwurfe der nun vollendeten neuen Entwässerungsanlage, nach welchem alle diese Unrathsubstanzen nicht mehr der Themse innerhalb des Stadtgebietes zufliessen dürfen, sondern in besonderen, grossen, *unterirdischen Canälen oder Sielen* (Sewers) so weit aus dem Bereiche der Stadt in den Fluss geführt werden müssen, dass sie in keiner Weise belästigen und vor Allem nicht durch die Fluth des Themsewassers in das Stadtgebiet zurückgetrieben werden können [1]).

Um hierbei überall ein hinlängliches Gefälle zu erhalten und an den Ausflussstellen (bei Crossness und Barking) unterhalb Woolwich von der Fluth nicht beeinträchtigt zu werden, *pumpt* man die Masse in grossartige Behälter, aus welchen man sie zu gehöriger Zeit in die Themse fliessen lässt.

Das am 5. August 1875 gänzlich fertig gestellte grossartige Canalsystem führt jedoch die übelriechenden, den Fluss verunreinigenden Latrinenstoffe erst 14 engl. Meilen unterhalb London Bridge in die Themse, nämlich bei *Barking* (linkes Ufer) und bei *Crossness* (rechtes Ufer).

Bei der Eröffnung (wo sich der Verfasser der Allgem. Maschinenlehre zufällig in London befand) waren zum Heben und Fortschaffen der colossalen Latrinenstoffe nicht weniger als 42 Dampfpumpen in Thätigkeit, die täglich circa 2272 Mill. Liter Latrinenstoffe den Ausflussstationen zuführten. Zum Betriebe dieser 42 Pumpen arbeiteten 21 Dampfmaschinen mit 2716 Nominal-Pferdekräften, die nahezu 8000 Indicator-Maschinenpferden gleich gerechnet wurden.

Diese Maschinen vertheilten sich auf folgende *vier* Stationen:

Linkes Themse-Ufer	Station *Pimlico* (oberhalb Vauxhall-Bridge); 4 Dampfmasch., 8 Pumpen, 4,27 Meter Förderhöhe. Station *Abbey-Mills* (abwärts London Bridge, unweit der Eisenbahnstation Bow); 8 Dampfmasch., 16 Pumpen, 11,0 Meter Förderhöhe.

1) *Sonne*, Ueber die Hauptcanäle der Londoner Entwässerungsanlage. Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für Hannover, Jahrgang 1865, Bd. 11, S. 20.

Rechtes Themse-Ufer
- Station Deptford (unweit Greenwich); 4 Dampfmasch., 8 Pumpen, 2,44 Meter Förderhöhe.
- Station Crossness (unterhalb Woolwich); 4 Dampfmasch., 8 Pumpen, 9,15 Meter Förderhöhe.

Hierzu kommt noch eine Hülfsmaschine in Pimlico mit zwei Pumpen. Die Dampfmaschinen auf den älteren Stationen hat man nebeneinander angeordnet, während man die 8 Dampf-Maschinen der Station Abbey-Mills im Kreise aufgestellt hat.

Sämmtliche Dampfmaschinen sind doppeltwirkend, mit Balancier, Lenkstange, Krummzapfen und Schwungrad. Mit Ausnahme der Pumpen auf Abbey-Mills-Station sind alle übrigen Pumpen einfachwirkend.

Bestätigt hat sich bei diesen Pumpenwerken, was Wiebe seiner Zeit für das Berliner Canalproject erörterte [1]) und beziehungsweise voraussagte, dass sich nämlich für so gewaltige Sielwassermassen, wie im vorliegenden Falle, Centrifugalpumpen nicht empfehlen, weil trotz der sich hier vorfindenden Unreinigkeiten der Aufwand an Kraft bei Kolbenpumpen viel geringer ist als bei Centrifugalpumpen und daher bei ersteren eine so bedeutende Kohlenersparniss eintritt, dass von der Verwendung der letzteren ganz abgesehen werden muss.

Das in den Fig. 430 und 431 abgebildete Crossness-Pumpwerk [2]) hat daher nur Kolbenpumpen, deren Plunger jedoch nicht weniger als $4\frac{1}{2}$ Fuss oder 54 Zoll englisch Durchmesser haben, während zu ihrem Betriebe vier Balancier-Dampfmaschinen von je 202, also zusammen von 808 Indicator-Pferdekräften dienen, deren allgemeine Anordnung hinlänglich aus unserer Abbildung erhellt [3]).

Von den vier doppeltwirkenden, mit Hochdruck, Expansion und Condensation arbeitenden Dampfmaschinen hat jeder Cylinder 48 Zoll Durchmesser und 9 Fuss Kolbenhub, während der mittlere Dampfdruck in den Cylindern 18,60 Pfund pro Quadratzoll, der Druck des Kesseldampfes jedoch 35 Pfund pro Quadratzoll beträgt.

Die Schwungradwellen verrichten pro Minute 11 Umläufe, so dass die Dampfkolben mit 198 Fuss Geschwindigkeit in derselben Zeit arbeiten.

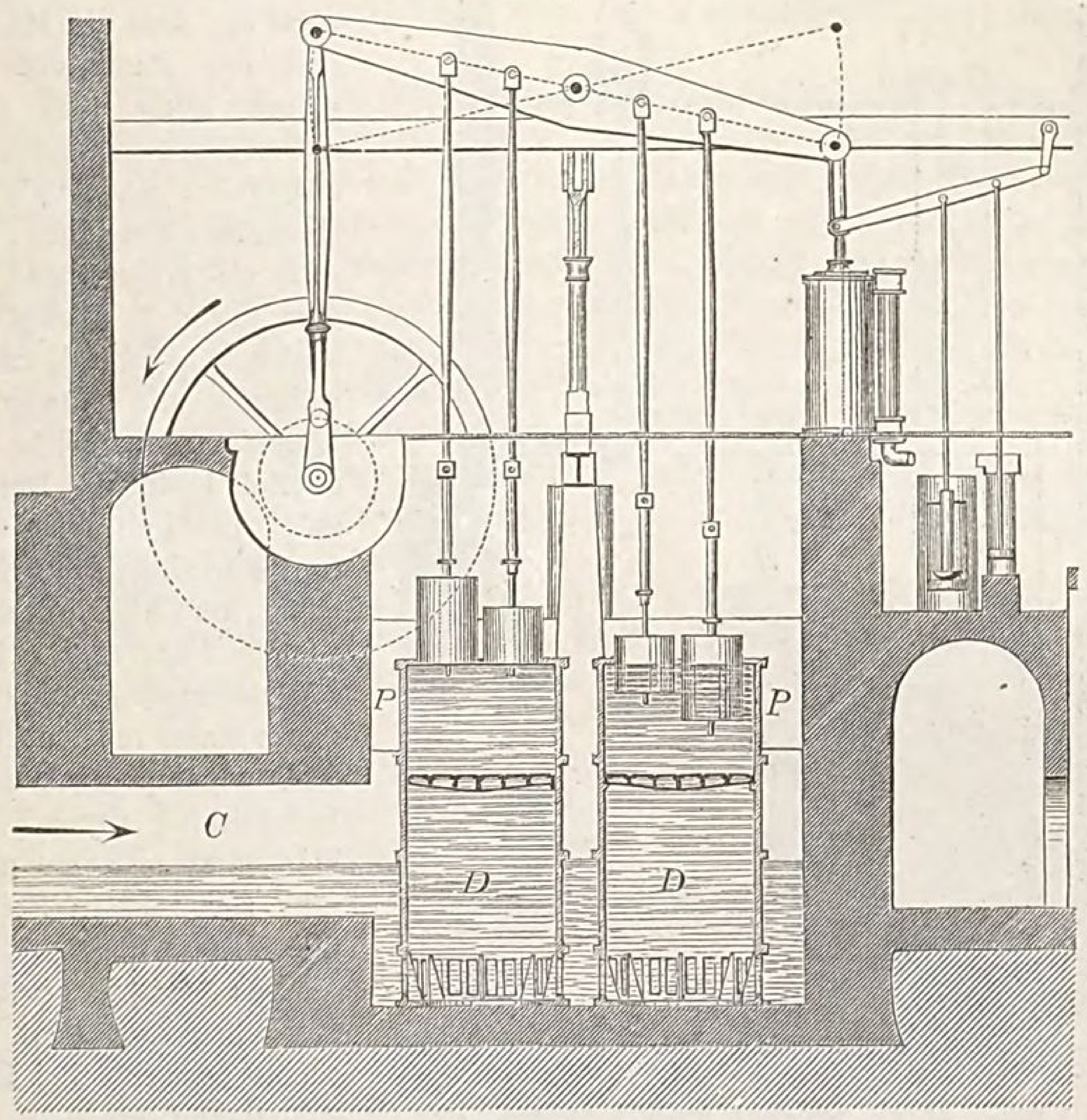
1) A. a. O. S. 153.

2) Hamilton, Description of the Crossness Pumping Engines for the Metropolitan Main Drainage Works. Institution of mechanical engineers. Proceedings 1867, pag. 236, mit schönen Abbildungen auf Pl. 76 bis 88.

3) Die Namen der vier grossen Dampfmaschinen sind: Alexandra, Albert Edward, Prince Consort und Victoria.

Jede Dampfmaschine betreibt zwei Pumpensätze, wovon jeder Satz vier einfachwirkende Plunger enthält und von einem cylindrischen Gehäuse umschlossen wird, dessen Durchmesser $11\frac{1}{2}$ Fuss beträgt. Die vier äusseren zu beiden Seiten der Balanciermitte aufgehangenen Plunger haben $4\frac{1}{2}$ Fuss Hub, während die vier inneren (nach dem Drehpunkte hin aufgehangenen) Plunger mit dem halben Hube, d. h. mit $2\frac{1}{4}$ Fuss Kolbenhub arbeiten.

Fig. 430.



Sämmtliche Ventile sind mit Eisen beschlagene Lederklappen[1]) und verschliessen die Saugventil-Oeffnungen von 18 Zoll Länge und 9 Zoll Breite, während bei den Steig- oder Druckventilen diese Oeffnungen 12 Zoll Breite und 18 Zoll Höhe haben.

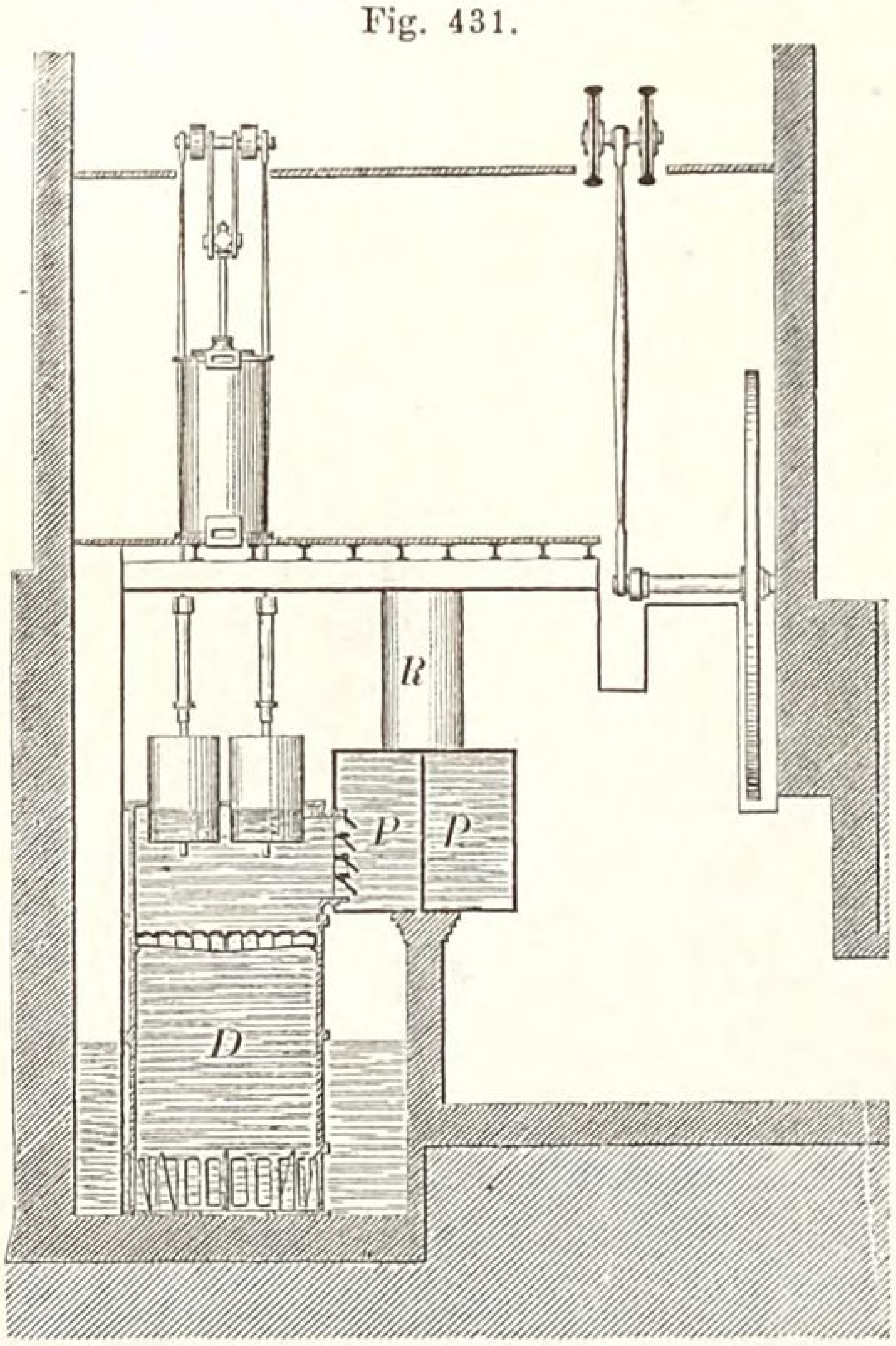
Das Latrinen- und Schmutzwasser (Sewage) gelangt im Canale *C* durch geeignetes Gitterwerk in die Schächte *D* und wird durch die Pumpen in Tröge *P* gefördert, über denen sich noch Windkessel *R* befinden. Aus den Trögen (troughs) *PP* gelangt die gepumpte Masse in ein grosses bedecktes Reservoir, um zur Ebbezeit in die Themse gelassen zu werden.

1) In unserer Quelle auf Pl. 83 sehr schön gezeichnet.

Die Förderhöhen variiren natürlich mit dem Höhenstande der im Canal *C* befindlichen Flüssigkeiten und zwar beträgt die kleinste Förderhöhe 19 Fuss, die grösste 33 Fuss, so dass die mittlere Förderhöhe 26 Fuss ist.

Wenn alle vier Dampfmaschinen gehörig arbeiten, so fördern sämmtliche Pumpen 7 Millionen Gallons[1]) (31800 Cubikmeter) pro Stunde, die dann im Stande sind, ein Reservoir von 24 Millionen Gallons (109032 Cubikmeter) Inhalt binnen $3\frac{1}{2}$ Stunden zu füllen.

Fig. 431.



Unsere Quelle giebt noch an, dass die Maschinen der Pumpwerke zu Abbey Mills nach demselben Plane entworfen und ausgeführt sind, wie die Crossness-Maschinen, nur dass sie grösser sind, indem sie z. B. Dampf-Cylinder von 54 Zoll haben, während die Crossness-Maschinen nur solche von 48 Zoll besitzen. Die Anzahl der Indicatorpferdekräfte wird zu 1142 angegeben, und die Förderhöhe zu 32,8 Fuss engl. (11 m). Die Reservoirs, wohin die ganze Masse von den Abbey Mills gepumpt wird, liegen bei Barking Creek. Von hier lässt man sie ebenfalls zur rechten Zeit in die Themse fliessen.

Das dritte erwähnte Maschinenwerk liegt, wie schon bemerkt, bei Deptford Creek, durch welches eine Erhebung der Canalflüssigkeit um acht Fuss (2,44 Meter) erfolgt[2]).

Wir schliessen hier unsere (maschinellen) Erörterungen mit einer Stelle aus dem Berichte des Dr. Sander in Bremen[3]), welche also lautet: „Wenn man die schlanken Minarets und die reichen maurischen Gewölbe des Maschinenhauses sieht, ahnt man nicht, dass hier die Excremente von mehr als

1) 1 Gallon (277,27384 Cubikzoll englisch) = 4,543 Liter.

2) Ausführlicheres enthält ein Bericht des Dr. Dünkelberg an den preussischen Minister für landwirthschaftliche Angelegenheiten vom Mai 1870, der im 2. Bande der Deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege (1870), S. 437—457 abgedruckt ist.

3) Dieselbe Vierteljahrsschrift, Jahrgang 1871 (Bd. 3), S. 488.

zwei Millionen Menschen zusammenfliessen und, was wichtiger ist, auch die Nase erinnert nicht daran, obgleich an dem Tage meines Besuchs der Kloakeninhalt sich sehr condensirt hatte, indem in Folge von Regenmangel die Wassermenge so gering war, dass von den acht Maschinen nur zwei zu ihrer Bewältigung genügten. Weder bei dem Fangapparate, welcher grössere etc. Gegenstände vom Eintritt in's Pumpwerk zurückhält, noch im Maschinenhause und in seinen niedrigen unterirdischen Räumen, neben dem colossalen Hauptsewer, war Gestank bemerkbar, am meisten noch, als ich in den zur Themse führenden Canal von oben durch eine der Ventilationsöffnungen hinunter sah etc."

Gegenwärtig hat man Versuche gemacht, die Londoner Sielwasser nicht ferner in die Themse zu lassen, sondern zu landwirthschaftlichen Zwecken zu verwenden. Bereits haben zwei Unternehmer Hope und Napier eine Actiengesellschaft (Metropolis-Sewage-Company) gegründet und sich das Recht erworben, sämmtliches Canalwasser der nördlichen Stadtseite aus den Reservoirs bei Barking Creek zu entnehmen und nach der Meeresküste zu leiten, um dort die Dünen der Maplin-Sands und der Dengie-Flats damit zu bewässern und in fruchtbares Land, namentlich in Wiesen, umzuwandeln [1]).

Zunächst hat die Compagnie auf der Lodge Farm nahe bei Barking 200 Acres (circa 317 Morgen) eines zum grössten Theile leichten, sandigen Bodens an sich gebracht, um dort den Werth zu zeigen, welcher im Sielwasser des nördlichen Londons steckt [2]).

Das Sielwasser von Barking wird durch Pumpen, welche eine 25pferdige Dampfmaschine betreibt, etwa 35 Fuss hoch gehoben und in ein Reservoir geführt, das sich auf dem höchsten Punkte der Farm befindet [3]), wo die Sewage zu Tage tritt und in offenen, auf Gestellen laufenden eisernen und hölzernen Canälen die Felder erreicht [4]). Mit Hülfe eines Mannes berieselt man pro Stunde einen Acre (1 Acre = 0,405 Hectaren).

In einem uns vorliegenden anderweiten Berichte [5]) wird hervorgehoben, dass die Felder der Lodge Farm einen wahrhaft erquickenden Anblick gewähren sollen. Von Unkraut keine Spur, da das Sielwasser nicht die Menge Unkrautsamen auf das Feld bringt wie gewöhnlicher Stalldünger. Das durch das Sielwasser genährte Gras soll eine solche Triebkraft besitzen, dass es in guter Sommerzeit täglich durchschnittlich einen Zoll wächst und indischer Mais in 33 Tagen die Höhe von 99 Zoll erreichte! [6])

1) Vierteljahrsschrift f. Gesundheitspflege, Bd. I, S. 215, und Bd. II, S. 443.

2) Reinigung und Entwässerung Berlins. Berichte etc. Bd. I. Anhang I. Seite 151.

3) Ebendaselbst S. 152.

4) Nach des Herrn Oekonomierathes O. Hausburg's Reiseberichte (erstattet im Juni 1873), S. 46, unter der Ueberschrift: „Lodge Farm bei Barking." Herr Hausburg erzählt, dass 1872 allein von den Erdbeeren eines Acres 70 Pfund-Sterling (300 Thaler pro Morgen) eingenommen wurden. Ebenso baut man mit Erfolg Kohl, Zwiebeln, Mangoldwurzeln, Himbeeren neben Raygras und Getreide.

5) Vierteljahrsschrift f. Gesundheitspflege, Bd. I, S. 216, und Bd. II, S. 444.

6) Ebendaselbst, Bd. II, S. 444.

Gleich günstig und interessant lautet der Bericht des Baumeisters Wiebe über die Berieselungserfolge der Campfarm bei Altershoff, wo die Militärbehörde das Abflusswasser von etwa 5000 Personen liefert[1]).

Freilich wird auch von (vermeintlichen) Nachtheilen der Felderüberrieselung mit Sielwasser berichtet[2]). Bei den Berliner Riesel-Versuchsfeldern schöpfte man (nach Hausburg a. a. O. S. 54) den Verdacht, dass das Sielwasser das Grundwasser verunreinige etc.

In Deutschland hat man die erste Nachahmung der Londoner Sielwasser-Anlagen und Benutzung der Flüssigkeit zur Berieselung unfruchtbarer Ländereien in grösserem Maassstabe in Danzig gemacht. Hier wurden die Canalisationsarbeiten im Sommer 1869 begonnen und am 16. Decbr. 1871 die Pumpenstation in Gang gesetzt. Man sehe hierüber E. Wiebe in dem Werke „Die Reinigung und Entwässerung der Stadt Danzig". Berlin 1865, mit Atlas in Folio. Ausführlicher Bericht über die Maschinen dieses Werkes (begleitet mit vielen Abbildungen) wird im Engineering vom 29. Juni 1870, S. 85 und ferner erstattet. Ueber die Canalisation selbst, sowie über die Berieselungsanlagen handelt ein in der Deutschen Vierteljahrsschrift für Gesundheitspflege, Bd. 4 (1872), S. 628 abgestatteter Bericht, wozu man als Commentar eine Arbeit des Dr. Lievin in derselben Zeitschrift Bd. 3 (1871), S. 329, sowie namentlich einen Seite 464 eingebundenen Plan der Stadt Danzig benutzen kann. Endlich werde noch erwähnt, dass man in Danzig ebenfalls rotirende, mit Schwungrädern ausgestattete Woolf'sche zweicylindrige Balancier-Dampfmaschinen zum Betriebe der Plungerkolben-Pumpen in Anwendung gebracht hat[3]).

1) Deutsche Vierteljahrsschrift f. Gesundheitspflege, Bd. 4 (1872), S. 527 etc. Herr Wiebe erzählt u. A. S. 541 Folgendes: „Mr. Hope setzte uns ein Frühstück vor, welches nur aus berieseltem Gemüse bestand, und zwar Kartoffeln, Mohrrüben und Blumenkohl. Eine Hammelkeule, welche dabei verzehrt wurde, rührte von einem Hammel her, der vorzugsweise mit berieseltem Grase gefüttert war: Mir und meinem Reisegefährten, einem andern deutschen Ingenieur, fiel der Wohlgeschmack und die Zartheit des Gemüses auf."

2) Deutsche Vierteljahrsschrift, Bd. 3 (1871), S. 138. Aeusserung verschiedener sachkundiger Männer vor einer Commission des englischen Oberhauses am 22. Juni 1870.

3) Neueres über die Danziger Schwemm-Canalisation mit Rieselfeldern liefert

a) Professor Baurath Garbe im Jahrgange 1884 (Bd. 27), Seite 348 des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, sowie

b) Dr. Ferdinand Fischer in seiner schätzbaren Schrift „Die menschlichen Abfallstoffe, ihre praktische Beseitigung und landwirthschaftliche Ver-

Im Jahre 1872 begann man in Berlin mit der Verwirklichung des vom Baurath Hobrecht für Berlin aufgestellten Canalisationsprojectes, dessen Princip folgendes ist[1]):

Die ganze Stadt wird in mehrere selbstständige Entwässerungsgebiete (Radialsysteme) getheilt. Das Haus- und Regenwasser wird durch ein Netz von unterirdischen Leitungen in frischem Zustande Pumpwerken (Pumpstationen) zugeführt, welche es ohne Aufenthalt auf Rieselfelder befördern. Von den Punkten, wo die Leitungen die Rieselfelder erreichen, theilen sich die Leitungen in einzelne Zweige, von welchen jeder nach einem höher gelegenen Punkte der Rieselfelder führt. Jeder dieser höher gelegenen Punkte beherrscht einen Theil des Rieselfeldes, das sich von ihm aus nach den Seiten hin abflacht etc. etc."

Dr. Fischer berichtet nun hierüber (a. a. O. S. 153), dass Berlin die erste Stadt der Welt mit über eine Million Einwohnern ist, welche die Berieselung systematisch durchgeführt hat und zwar bis jetzt (nach Hobrecht's Plänen) fünf der erwähnten Radialsysteme. Hierzu muss bemerkt werden, dass Hobrecht das gesammte Weichbild der Stadt Berlin überhaupt in zwölf von einander vollständig unabhängige Radialsysteme theilt, von welchen die mit Nr. I bis V bezeichneten zur Zeit des Erscheinens der unten angegebenen Schrift ausgeführt sind[2]). Zu jedem dieser Systeme gehört eine

werthung." Braunschweig 1882, S. 148. [Supplement zur „Deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege" von 1881.]

1) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. 16 (1884), S. 305, unter der Ueberschrift: „Die Berliner Canalisationswerke etc."

2) „Beiträge zur Beurtheilung des gegenwärtigen Standes der Canalisations- und Berieselungsfrage". Berlin 1883.

Dem schönen dieser Schrift beigegebenen lithographirten Plane, welcher die genannten zwölf von einander unabhängigen Entwässerungs-(Radial-)Systeme, sowie das zugehörige Berieselungs-Terrain (im Grundrisse) darstellt, entlehnen wir folgende Zahlenwerthe:

Grösse der Systeme in □Metern.		Grösse der Rieselfelder in Hectaren.	
Radialsystem I . .	2 712 960 □m	Osdorf und Friederikenhof .	824 ha
„ II . .	3 492 350 „	Heinersdorf	418 „
„ III . .	3 897 200 „	Grossbeeren	977 „
„ IV . .	8 616 600 „	Falkenberg und Bürknersfelde	760 „
„ V . .	7 672 200 „	Hohen Schönhausen . . .	184 „
„ VI . .	3 691 100 „	Wartenberg	456 „
„ VII . .	2 246 500 „	Blankenburg	284 „
„ VIII . .	5 860 900 „	Rosenthal und Blankenfelde	920 „
„ IX . .	5 510 100 „	Malchow	551 „
„ X . .	4 560 650 „	Summa	5370 ha
„ XI . .	4 270 500 „		
„ XII . .	3 118 950 „		

besondere Pumpenstation, von welcher das unten angegebene Buch (S. 101) folgende Angaben macht[1]).

Die Cylinder sämmtlicher Dampfmaschinen und Pumpen liegen horizontal. Alle Pumpen derselben Station sind gleich gross, die Dampfmaschinen entweder einfach oder gekuppelte, eincylindrige oder Woolf'sche, von der doppelten Leistung der einfachen. Näheres erhellt aus nachstehender Tabelle:

Radial-System	Maschinen				Kessel		Pumpen	
	Zahl der Maschinen		Umläufe des Schwungrades pro Minute	Zahl der Pferdekräfte bei diesen Umläufen	Zahl der Kessel	Dampfspannung in Atmosph.	Lieferungsfähigkeit in Secunden-Litern	
	einfache	Woolf'sche					für eine Pumpe	für sämmtl. Pumpen
I.	2	2	25	420	5	6	67	500
II.	2	2	20	660	6	6	100	750
III.	2	2	25	450	6	6	75	560
IV.	2	3	20	880	8	6	100	1000
V.	2	3	20	750	8	6	100	1000
Sa.	10	12		3160	33			3810

Die Kessel sind theils Lancashire-Kessel (Fairbairn-Kessel) mit zwei Feuerröhren, theils Locomotiv-Kessel.

Die nicht erreichten Baukosten für diese fünf Radialsysteme wurden zu $35^2/_3$ Millionen Mark veranschlagt und zwar einschliesslich der Druckrohrleitungen, aber ausschliesslich der Rieselfelder[2]).

Baurath Hobrecht hat sich mit den bis jetzt vollendeten fünf Radialsystemen ein Denkmal für lange Zeiten gesetzt, wozu aber die Kenntnisse

1) Die Beleuchtung, Wasserversorgung und Canalisation der Stadt Berlin. Festschrift zur XXIII. Jahresversammlung des Deutschen Vereins von Gas- und Wasser-Fachmännern in Berlin (1883). Mit zahlreichen Holzschnitten und 9 lithographirten Plänen und Tafeln.

2) Die Längen und Durchmesser der Druckrohrleitungen verzeichnen die angegebenen Schriften wie folgt:

Radialsystem I:	3 600 m	Länge,	beim Durchmesser von	0,75 m
„ II:	964 „	„	„ „ „	1,00 „
„ III:	1 603 „	„	„ „ „	0,75 „
„ IV:	14 301 „	„	„ „ „	1,00 „
„ V:	7 988 „	„	„ „ „	1,00 „

Unter den der angegebenen Festschrift beigefügten (lithog.) Tafeln befindet

Hobrecht's und vor Allem dessen Energie gehörte, um den fortwährenden Kampf mit vielen Gegnern der Sache mit Erfolg bestehen zu können.

Da gegenwärtiges Buch nicht der Ort sein kann, die Pumpwerke aller europäischen Städte für Latrinenstoffe und Schmutzwasser zu erörtern, so dürfte es hinreichen, hier unten in der Note 1[1]) auf die jüngsten Schriften zu verweisen, worin dieser Gegenstand in Bezug auf drei grössere Städte des Continentes, Breslau, Frankfurt a. M. und Paris besprochen und in Bezug auf die beiden letzteren Städte durch Beigabe schöner Orientirungskarten noch mehr erläutert wird. Auch dem pneumatischen Systeme zur Entfernung städtischer Abfallstoffe des holländischen Capitains Liernur, wovon die erste Anwendung 1869 zu Prag in einer Caserne gemacht wurde, kann hier nicht mehr Raum gewidmet werden, als die ebenfalls unten zu findende Note erfordert[2]).

Pumpwerke für Bauzwecke.

1. Für verschiedene Fälle der Anwendung.

§. 23.

Die für Bauzwecke, also für verhältnissmässig rasch vorübergehende Arbeiten in Frage kommenden Maschinenwerke zur

sich auch eine mit den Situationen und Ortsangaben der sämmtlichen Pumpenstationen (Radialsystem I—V) wie folgt:

Radialsystem I: Reichenbergerstrasse 66,
„ II: Gitschinerstrasse 8—11,
„ III: Schönebergerstrasse 19—20,
„ IV: Scharnhorststrasse 9—10,
„ V: Holzmarktstrasse 81—32.

1) Garbe (1881) im 27. Bande, S. 350 der Zeitschrift des Hannoverschen Arch.- und Ing.-Vereins und Dr. F. Fischer in dem Supplemente des 13. Bandes der Deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, S. 140 (Paris), mit einer schönen Karte „Uebersicht der Hauptsiele von Paris und der Berieselungsanlage auf der Halbinsel Gennevilliers“ (Seine abwärts, unweit St. Denis). F. Fischer, ebendaselbst, Seite 85 (Frankfurt a. M.) und Seite 152 (Breslau). Ausführlicher über die (neuesten) Anlagen und Ausführungen von Frankfurt am Main handelt eine sehr gute Abhandlung des Stadtbauraths Lindley im 16. Bande, S. 545, der deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege (1884) unter der Ueberschrift: „Die Klärbeckenanlage für die Sielwasser von Frankfurt a. M.“, unter Beigabe von zwei schönen Situationsplänen der Klärungs-Anlagen und Zubehör.

2) Garbe (1881) a. a. O., Seite 350, unter der Ueberschrift: „Liernur's pneumatische Canalisation“ und noch ausführlicher (mit ferneren reichhaltigen Literaturangaben) in dem bereits citirten Supplemente zu Bd. 13 (1882), S. 66, unter Nr. 6: „Pneumatisches System von Liernur“.

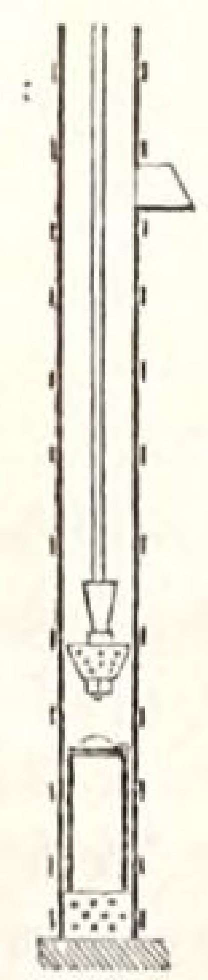
Wasserförderung, beschränken sich jetzt fast überall auf die Verwendung einfachwirkender Kolbenpumpen, Centrifugalpumpen (ohne feste Liderung) und auf diejenige Wasserschnecke, die man mit dem Namen Tonnenmühle (S. 565 ff., Fig. 393) bezeichnet.

Mit Ausnahme der hölzernen Bohlenpumpen, die wir hier in einer Note (als Ergänzung) nachtragen[1]), wurden die übrigen für Bauzwecke geeigneten Pumpen in den §§. 16 und 17 hinlänglich mit erörtert[2]).

Zu dem, was im Vorstehenden, namentlich Seite 377 und 387 über Centrifugalpumpen mitgetheilt und erörtert wurde, dürfte es für unsere Zwecke genügen, in Fig. 433 eine Dispositionsskizze für Ausstellungs- und Betriebsanordnung einer Centrifugalpumpe zu liefern, welche durch eine locomobile Dampfmaschine (Bd. 2, Seite 606, Figur 505) in Thätigkeit gesetzt wird[3]). Ohne das Holzgerüst, worauf man hier die Pumpe gestellt hat, als stabil und sicher (vielleicht als wohlfeil) empfehlen zu können, werde bemerkt, dass unsere Skizze dem illustrirten Cataloge der englischen (im Locomobilenbaue berühmten) Firma Ruston, Proctor & Co. (Lincoln, Sheaf Iron-Works) entlehnt wurde, welchen diese Herren bei der Bremer internationalen land-

1) Eine sogenannte Bohlenpumpe ist in Fig. 432 skizzirt. Das Kolbenrohr (der Stiefel) wird hier aus vier starken, mit eisernen Ringen umbundenen Holzbohlen gebildet, so dass der Querschnitt des dadurch erzeugten Rohres ebenso viereckig ist, wie der sogenannte Letestu'sche Trichterkolben, von der bereits S. 369, Fig. 325 besprochenen Art. Zur Lagerung des Saugventiles ist unterhalb ein Einsatz gebildet, während am tiefsten Ende die Bohlenwand von zwei Seiten durch eine mit Löchern versehene Eisenplatte ersetzt wird, um zu grosse Schmutztheile vom Eintritte abzuhalten.

Fig. 432.



Derartige Pumpen mit Letestu'schem Kolben von viereckigem Querschnitte haben sich, mit guter Liderung versehen, beim Pumpen mit sehr schmutzigem, mit Sand, Kalkklein etc. gemengtem Wasser beim Baue des Königl. Hoftheaters in Hannover, sowie beim Baue der Letterbrücke (über den Leinefluss) zwischen Hannover und Wunstorf sehr gut bewährt.

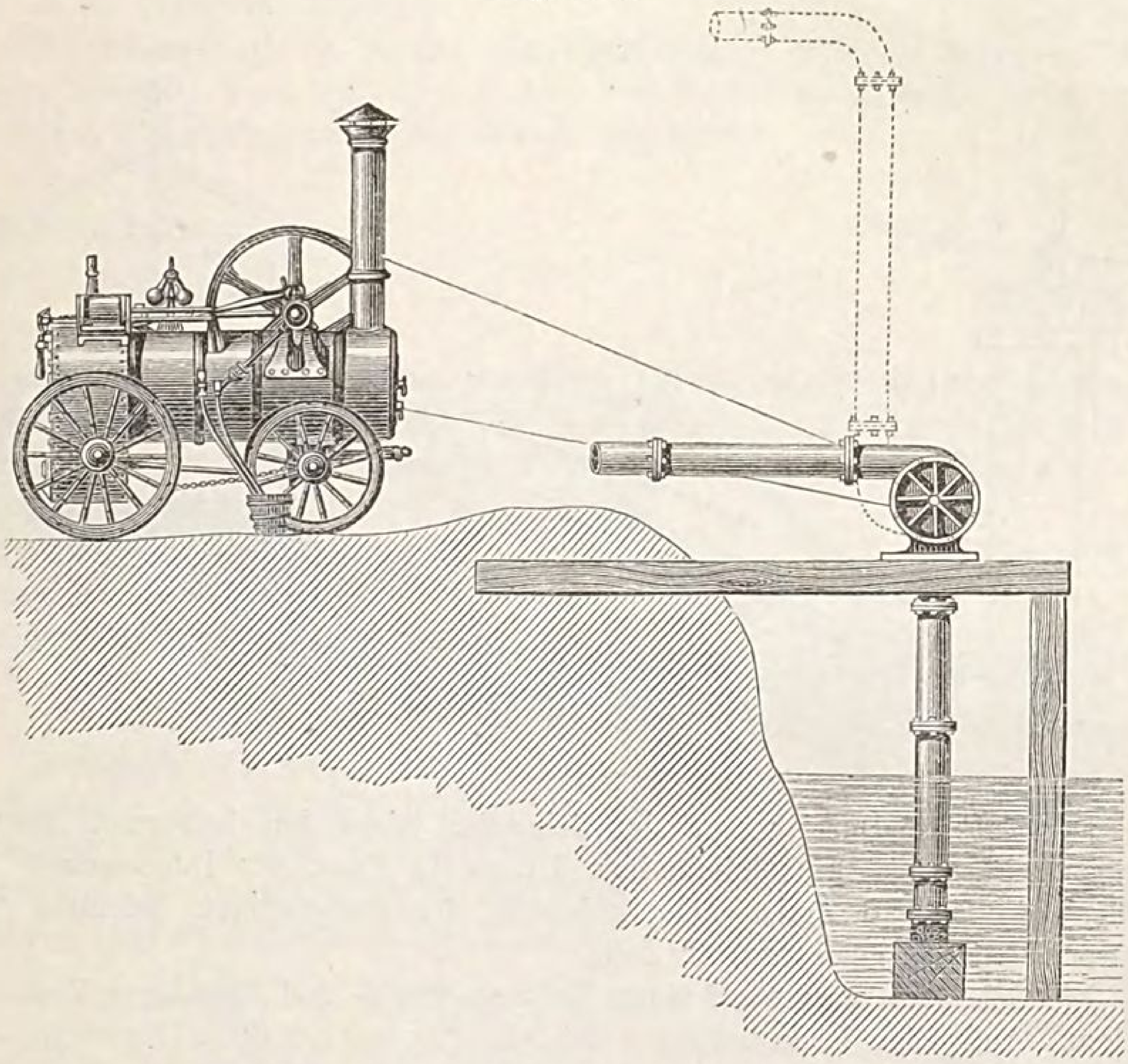
2) Eine Pumpe mit kreisförmigem Trichterkolben, mit Stiefelwänden aus Blech statt aus Holz (Blechpumpe genannt) hat sich u. A. namentlich bei den Gründungsarbeiten der Fuldabrücke für die hannoversche Südbahn bei Kragenhof (unweit Münden) sehr gut bewährt.

Bei 22 Fuss Länge und 4 Zoll Durchmesser (des Kreisquerschnittes) betrugen die gesammten Anschaffungskosten nur 14 Thaler. Die Leistung fand man indess geringer als die von Tonnenmühlen. Speciell hierüber handelt ein von Sonne geschriebener Artikel im Notizblatte des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, 1853—1854, S. 56.

3) Nicht unwerth dürfte folgende, dem Kataloge der oben genannten Fabrik entlehnte Tabelle sein:

wirthschaftlichen Ausstellung 1874 vertheilten. Bei Hafen-, Canal- und Brückenbauten soll sich diese Disposition einen guten Namen erworben haben. Ohne Fussventil und Wasserfüllöffnung oben im Scheitel (S. 389, Fig. 353 und 354) dürfte jedoch die Verwendung der Pumpe nicht wohl zu rathen sein.

Fig. 433.

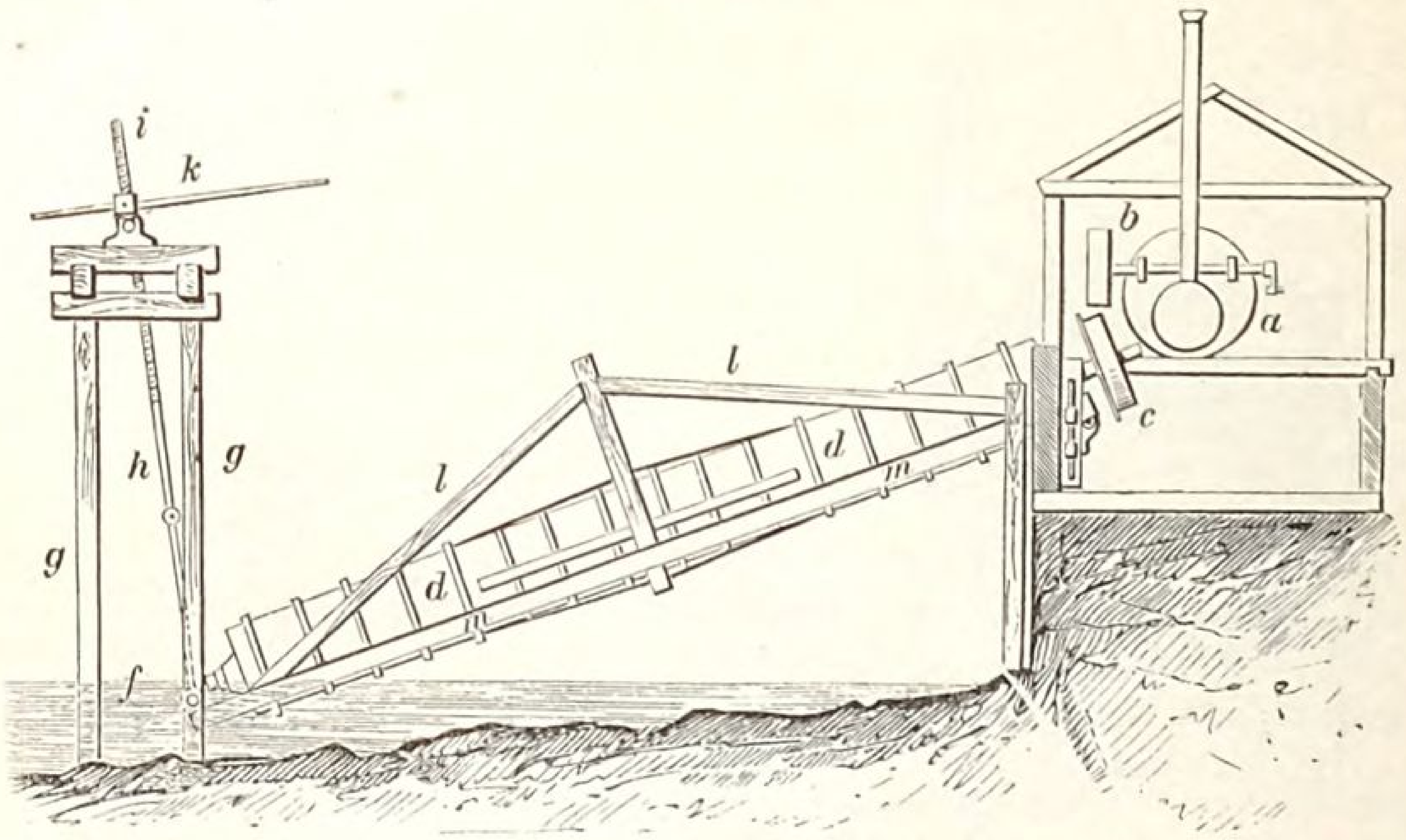


Die allgemeine Anordnung eines Wasserschnecken- oder Tonnenmühlen-Werkes zur Wasserförderung aus einer Baugrube lässt Fig. 434 erkennen und

Nominelle Pferdekraft der zum Betriebe erforderlichen Locomobile.		Durchmesser der Röhren in engl. Zoll.	Wasserquantum in Litern, welches pro Minute gefördert wird auf die Höhen von		
			35 Fuss	20 Fuss	10 Fuss
Eincylindrige Dampfmaschine	4	5	1132	1584	2264
	6	7	2264	3113	4245
	8	7	3396	3679	4811
	10	9	4528	5943	7358
	12	9	5207	6792	8490
Zweicylindrige Dampfmaschine	14	9	5660	7358	9621
	16	12	?	11320	15565

zwar bezieht sich unsere Abbildung auf den praktischen Fall der Verwendung derartiger Maschinen zu Meliorations-Bauten im Oderbruche, Seitens des Ingenieurs Wernekinck II, welche im Jahre 1853 ausgeführt wurden[1]. Spindel und Gänge der Schnecke sind aus $^3/_{16}$ Zoll starkem Eisenblech construirt, während der äussere Mantel von zweizölligen (Holz) Bohlen gebildet ist.

Fig. 434.



Der äussere Durchmesser der Schnecke (ohne den hölzernen Mantel) beträgt 2 Fuss 6 Zoll rheinisch, ihre Länge 32 Fuss, der Durchmesser der (hohlen) Spindel 15 Zoll. Die Steighöhe der dreigängigen Schraube (am äusseren Umfange gemessen) 32 Zoll.

Die Schnecke *d* ruht auf einem Rahmen von 9- und 10zölligen Verbandstücken. Auf jeden Längsbalken *m* ist ein gesprengter Bock *ll* gestellt, um den Rahmen gegen Durchbiegungen zu sichern.

Zum Heben und Senken des unteren Endes *f* des Rahmens mit Schnecke dient ein Haspelwerk *k*, in dessen Nabe das Muttergewinde für die Schraube *i* eines Gehänges *h* eingeschnitten ist.

Von vier Ständern *gg*, die oben durch Holme verbunden sind, lassen die zwei der Schnecke zugekehrten hinlänglichen Raum zur freien Bewegung für den Rahmen *llmm*. Hinsichtlich zweckmässiger Anordnung des unteren Zapflagers der Schnecke im Querrahmen von *m* müssen wir auf unsere Quelle verweisen.

Der Betrieb der Schnecke geschah durch eine Dampfmaschine *a* und die Uebertragung der Bewegung von letzterer auf die Schnecke *d* erfolgte unter Einschaltung eines Riemenvorgeleges *bc*.

Wenn die Dampfmaschine von circa 3 Pferdekraft mit 3 Atmosphären Ueberdruck arbeitete, so machte die Schnecke pro Minute 30 bis 40 Umläufe, wobei die Förderhöhe 8 bis 11 Fuss, im Mittel 10 Fuss betrug.

1) Erbkam, Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. III (1853), Seite 465, mit schönen Zeichnungen auf Blatt 64, 65 und 66.

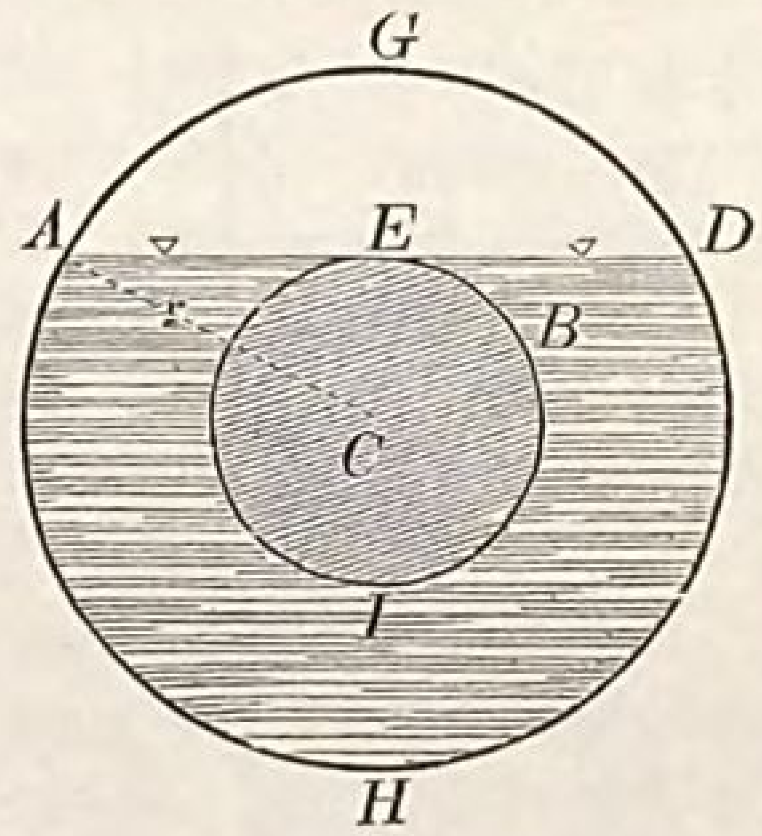
Am besten arbeitete die Schnecke bei einer Eintauchung von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ des (unteren) Durchmessers, machte dann bei jeder Umdrehung drei Ausgüsse und lieferte 90 bis 120 Cubikfuss Wasser pro Minute.

Die Gesammtleistung pro 24 Stunden, dabei 2 Stunden auf Reinigung der Maschine und auf etwaige Reparaturen gerechnet, betrug im Maximum: 120 . 60 . 22 = 158 400 Cubikfuss.

Bemerkenswerth ist hierbei die Wahrnehmung, dass die Schnecke auch Wasser förderte, ohne mit den unteren Enden Luft zu schöpfen, d. h. wenn die untere Mündung ganz unter Wasser arbeitete.

Um eine höchst einfache praktische Berechnungsweise der Leistungen von Wasserschnecken[1]) hat sich der jetzige Geheime Finanzrath Köpke in Dresden (seiner Zeit in Hannover) verdient gemacht und die Brauchbarkeit seiner mathematischen Formeln gleichzeitig durch Versuche nachgewiesen, welche derselbe als Eisenbahningenieur beim Baue der steuerfreien Niederlage in Harburg anstellte[2]).

Fig. 435.



Die Sache ist folgende:

Bezeichnet man den inneren Halbmesser der Schnecke, d. i. AC Fig. 435 mit r, den Halbmesser der Spindel, d. i. BC mit ϱ, so ergiebt sich der Inhalt = F der mit Wasser gefüllten Querschnittfläche $AEDHIA$ zu

$$F = r^2 \left[\frac{\pi}{2} + arc.\left(sin.\ \frac{\varrho}{r}\right)\right] + \varrho \sqrt{r^2 - \varrho^2} - \varrho^2 \pi,$$

wenn π die bekannte Zahl 3,14 bezeichnet.

Ist dann ferner α der Steigungswinkel und β der Neigungswinkel der Schnecke, so kann man die Wassermenge = Q, welche die Maschine pro Umlauf giebt, aus der empirischen Formel berechnen:

$$Q = n . a F \left[\frac{\pi}{2} - arc.\ (\alpha + \beta)\right],$$

sobald n die Gangzahl und a die Höhe der Gänge bezeichnet.

1) Werke, worin sich mathematische Theorien der Wasserschnecke vorfinden, wurden bereits S. 566, Note 2 citirt. Wir fügen hier noch folgende Angaben bei:

Kayser, Specielle Theorie der Wasserschnecke in dessen Handbuch der Mechanik. Karlsruhe 1842, §. 948, und Th. Munich, Specimen inaugurale de cochlea hydraulica etc. Trajecti ad Rhenum. Ex officia I. Alther. MDCCCXXXIX.

2) Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. VI (1860), S. 222 ff.

Verschwiegen darf bei dieser Gelegenheit nicht werden, dass auch schon Eytelwein bemüht war, den Werth Q durch Annäherung zu berechnen, worüber die unten notirte Quelle[1]) Auskunft giebt.

Indess ist der Eytelwein'sche Berechnungsweg viel umständlicher und seine Annahmen noch viel unsicherer, so dass namentlich bei kleinen Neigungswinkeln ($= \beta$) die berechnete Wassermenge zu gross gegen die durch Versuche gefundene ist.

Folgende Angaben belehren über die Köpke'schen Formeln. Man erhält nämlich die geförderte Wassermenge Q pro Umlauf:

	Bei der kleinen Eytelwein'schen Schnecke, wenn $\alpha = 39^0, \beta = 50^0$	Bei den grossen Haarburger Schnecken, wenn $\alpha = 25^0 31' 24''$ $\beta = 29^0 40'$	$\beta = 32^0 22^1/_2'$
	Cubikzoll	Cubikfuss	Cubikfuss
Nach Eytelwein's Berechnung . .	19,55	7,05	6,37
Mittelst der Köpke-schen Formel .	18,06	7,34	6,77
Aus den Versuchen	19,66	7,13	6,25

Bei dem Versuche, wo $\beta = 32^0 22^1/_2'$ ist, muss man beachten, dass die Eintauchung nicht bis zum Eytelwein'schen Normalpunkte (ungefähr bis E in Fig. 435) ging, sondern tiefer war, woraus sich das geringere Wasserquantum erklären lässt[2]).

Die bei der Rechnung benutzten Zahlenwerthe sind folgende:

	r	ϱ	n	a	F
Eytelwein'sche Versuchs-Schraube . .	2,97″	1,35″	2	1,15″	15,87□″
Harburger Schraube Nr. 1 und Nr. 2 .	18″	8″	3	12″	581,0□″

Verglichen mit Versuchen im Grossen, worüber d'Aubuisson (Hydraulique §. 467) berichtet, ergiebt sich, wenn im Metermaass:

1) Handbuch der Mechanik fester Körper und der Hydraulik. Zweite Auflage. Leipzig 1823, S. 361, §. 262.

2) Eytelwein nannte diejenige Stelle im Durchmesser der geneigten Schneckengrundfläche den Normalpunkt, bis wohin der Spiegel des Unterwassers reichen musste, um die grösstmögliche Wassermenge schöpfen zu können.

$r = 0{,}2435$ m; $\varrho = 0{,}10$ m; $F = 0{,}10849$ □m; $n = 3$; $a = 0{,}271$ m und $\alpha = 37^0\,19'$			
Neigungswinkel der Achse $= \beta$	Q = Wassermenge in Cubikmeter pro Umgang		
	30⁰ → 30^0	35^0	40^0
Nach der Köpke'schen Formel . . .	0,0349	0,0267	0,0195
Nach den Versuchen	0,0360	0,0286	0,0188

Schliesslich darf auch das Weisbach'sche Bemühen nicht ungenannt bleiben, die von einer Schnecke geförderte Wassermenge auf graphischem Wege zu ermitteln[1]).

2. Saugmaschinen für Baggerzwecke.

Wir liefern hier lediglich zu den bereits S. 271 gemachten Mittheilungen diejenigen Ergänzungen, welche ausser nachträglichen Literaturangaben[2]) über die Verwendbarkeit dieser Maschinengattung so viel Auskunft geben, als dies der Zweck unseres Buches erfordert.

Von den verschiedenen Saugbagger-Gattungen hat man in Deutschland namentlich besonderes Lob von den Centrifugal-Pumpenbaggern der Maschinenfabrik Brodnitz & Seydel (am Weddingplatze, Berlin N.) erhoben[3]).

1) Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 824, §. 338.

2) a. Deutsches Bauhandbuch. Bd. III, Baukunde des Ingenieurs, Ausgabe von 1879, S. 603—699, unter der Ueberschrift: „Bau-Maschinen“, sehr gut bearbeitet von Herrn Professor G. Herrmann an der Techn. Hochschule in Aachen.

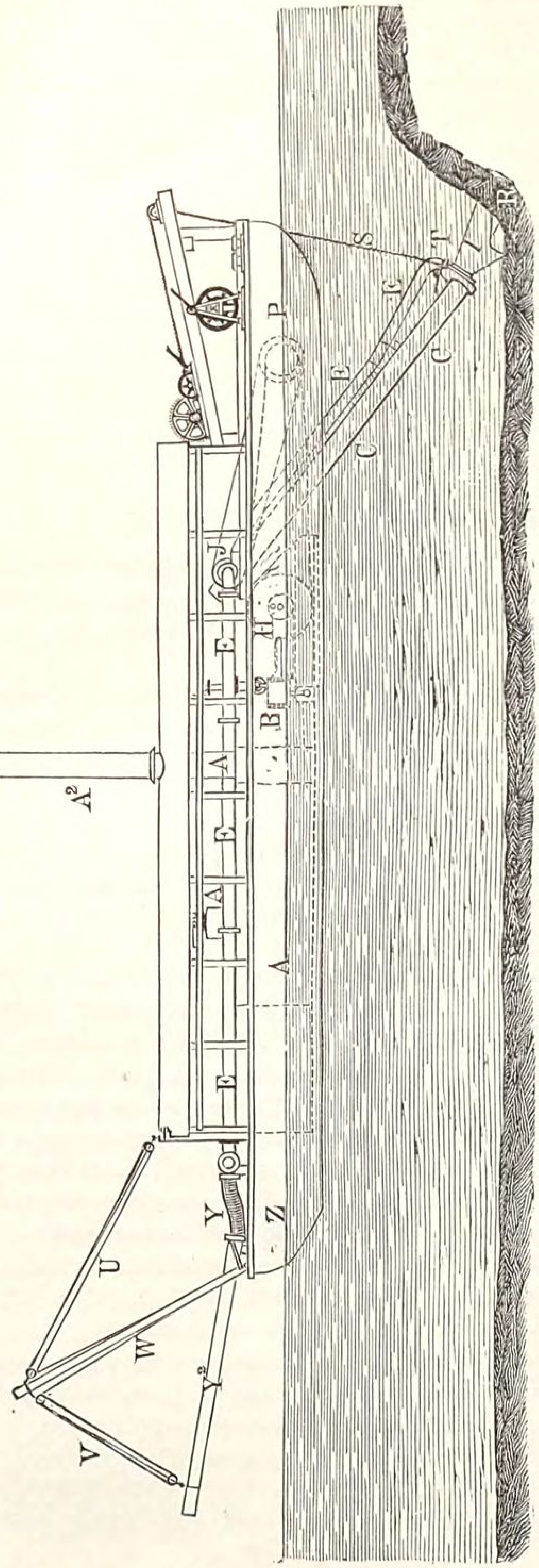
b. Die Baumaschinen. Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, IV. Bd., erste Abth. (Leipzig 1883), im IV. Capitel: „Baggermaschinen“, S. 362 etc., ebenfalls sehr gut bearbeitet vom Bauinspector H. Bücking in Bremen.

In dieser Quelle wird (S. 362, §. 24) bemerkt, dass die „Kolben-Pumpenbagger“ zuerst im Jahre 1859 im Hafen von St. Napaire in Anwendung gekommen wären. Nach Wissen des Verfassers wurde in England die erste Centrifugal-Baggermaschine 1867 dem Civil-Ing. Burt patentirt (Patent Specification Nr. 702). Im Jahre 1868 sah der Verfasser ein Exemplar dieser Maschine „am grossen Amsterdamer Canale“ in erfolgreicher Thätigkeit, worauf derselbe in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereines betreffende Beschreibungen und Abbildungen lieferte (a. a. O., Jahrgang 1869, S. 30 ff., Tafel II). Das hier geförderte, vorzugsweise aus Sand und Schlick bestehende Baggergut wurde auf 5 Fuss engl. Höhe gehoben und in auf Tonnen schwimmend gemachten Röhren circa 1000 Fuss weit fortgeführt. Noch andere Angaben finden sich über „Hydraulic Dredgers“ in einer Note S. 32 der gedachten Mittheilungen.

c. Franzius & Sonne, „Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften“, dritte Abtheilung, zweite Auflage (1884), S. 328 etc. etc.

3) So müssen u. A. einige Bemerkungen in dem sonst höchst schätzbaren

Fig. 436.



Um ein richtiges Urtheil über die gewiss mit vielen guten Eigenschaften ausgestatteten Centrifugalbagger dieser Herren zu gewinnen, entlehnt der Verfasser zunächst einer ihm gütigst von Freundeshand (in Berlin) zugestellten Schrift (Die Centrifugal-Pumpenbagger von Brodnitz & Seydel, Druck von Berg & Holten in Berlin, S. 3 daselbst) nebenstehenden Holzschnitt und copirt dabei auch einen erforderlichen Theil des beigefügten Textes.

Nebenstehende Abbildung Fig. 436 zeigt die Längenansicht eines kleinen Centrifugal-

Werke von Franzius & Sonne „Der Wasserbau", Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, III. Band, zweite Auflage (1884), welche sich daselbst auf S. 328 vorfinden, mehr oder weniger auf Redactionsversehen beruhen. Insbesondere wird Folgendes gesagt: „Nach den Erfolgen an der Oder (seit 1872) ist an einer ausgedehnteren Benutzung dieses Baggersystemes nicht mehr zu zweifeln. Die Mittheilungen des Herrn Seydel sind um so interessanter, als dieser Ingenieur als Erfinder der Kreiselpumpen überhaupt gelten darf!"

Pumpenbaggers der Firma Brodnitz & Seydel[1]) (von 10 bis 12 Pferdekräften für 3 Meter Baggertiefe), woraus man zunächst erkennt, dass das Baggerschiff ganz ebenso wie bei den Eimerbaggern am Hintertheile mit einem Schlitz versehen ist, innerhalb welchem die Baggerpumpe (Centrifugalpumpe) *C T* in geneigter Lage (in einem doppelten Blechträger hängend) montirt ist. Die Betriebswelle der Centrifugalpumpe *T* erstreckt sich innerhalb der Träger *C C* entlang derselben und wird durch konische Zahnräder *J* umgedreht, die ihre erforderliche Bewegung durch ein von der Betriebs-Dampfmaschine *B* ausgehendes Riemenvorgelege erhalten. Die Welle der Centrifugalpumpe *T* ist nach unten hin gehörig verlängert, woselbst ein Rührwerk *R* angebracht ist, welches aus zwei übereinander angebrachten Flügeln besteht, wodurch der zu fördernde Sand (oder Schlick etc.) derartig aufgewühlt wird, dass er mit dem Wasser zusammen von dem Kreisel angezogen und fortgerissen werden kann[2]).

Das mit dem zu baggernden Sande gemischte Wasser steigt im Rohre *E* in die Höhe, welches sich später in zwei Theile verzweigt, wodurch es möglich wird, das gebaggerte Material beliebig nach der einen und nach der anderen Seite des Baggerschiffes zu leiten und geeignet auszuwerfen.

Durch Ketten *S* ist das Ende der Baggerpumpe mit auf dem Schiffsdeck angebrachten Winden derartig verbunden, um die Pumpe (ohne Arbeitsunterbrechung) heben und senken zu können.

Im besonderen Falle, welcher in unserer Abbildung dargestellt ist, wurde angenommen, dass die Rohrleitung *E* bis an das Vorderende *Z* des Baggerschiffes geführt und dann erst nach drei Seiten (vorn und nach jeder Seite) hin ausgeschüttet werden kann.

Jedes der drei daselbst befindlichen Ausgussrohre ist durch Einschaltung eines Gummischlauchs *Y* beweglich gemacht, wozu es noch mittelst der Flaschenzüge *V* und *U*, sowie der hölzernen Ausleger *W* gestellt und gehalten werden kann. Das nach vorn ausschüttende Rohr Y^2 wird gehörig verlängert, sowie wohl kaum erforderlich ist, zu bemerken, dass Absperrschieber angebracht sind, um jedes der Ausgussrohre einzeln schliessen zu können[3]).

1) Vollständigere Abbildungen finden sich in einem interessanten Artikel Herrn T. Seydel's, welcher sich in der Deutschen Bauzeitung von 1873, S. 1 und S. 12 abgedruckt vorfindet.

Dieser Quelle ist (wahrscheinlich) auch die gute Abbildung entlehnt, welche sich S. 328 (Fig. 45) des bereits genannten Werkes „Der Wasserbau", dritte Abtheilung, zweite Auflage, vorfindet.

2) Zu einem specielleren Studium aller dieser Theile und besonders der Centrifugalpumpe *T*, sowie der beiden Rührer *R*, sind namentlich die schönen Zeichnungen Blatt 13 und 13ª zu empfehlen, welche dem Werke des Geheimen Oberbauraths Ludwig Hagen in Berlin beigegeben sind, was bereits S. 286 citirt, dabei aber das Versehen begangen wurde, dass der Herr Autor mit seinem 1884 verstorbenen Herrn Vater, dem Ober-Landes-Bau-Director (Dr. Gotthilf Hagen) verwechselt wurde.

3) Sonstige in unserer Abbildung markirte Theile, wie Dampfkessel *A*, Schornstein A^2 u. s. w., bedürfen keiner Erörterung.

Um schliesslich noch den praktischen Werth der besprochenen Pumpenbagger und der Saugbagger überhaupt einigermaassen bemessen zu können, fügt der Verfasser noch folgende Bemerkungen praktischer, rationell gebildeter Sachverständiger bei.

Zuerst findet sich in der Deutschen Bauzeitung vom Jahre 1875, S. 510, folgendes Urtheil:

„Pumpenbagger von Seydel sind vorzüglich geeignet für Sand. In diesem Boden übertrifft ihre Leistung die der Eimerbagger bei Weitem, während die Betriebs- und Unterhaltungskosten wesentlich geringer sind. Unter Anderem hat (in der Hafenbau-Inspection Swinemünde) ein 10pferdiger Pumpenbagger bei $2^1/_2$ Meter Baggertiefe stündlich 40 bis 60 Cubikmeter Sand gefördert. (Man vergleiche damit die sehr zuverlässigen Leistungsangaben des Hoya-Baggers von Gebrüder Schultz in Mainz, S. 286 u. 287.)"

Eine zweite Nachricht verdankt der Verfasser einem hochgestellten, zuverlässigen Königl. Preussischen Wasserbau-Ingenieur in Berlin, welche folgendermaassen lautet:

„Von einem zur Vertiefung des Fahrwassers benutzten Kreiselbagger, den Schichau in Elbing 1878 gebaut hat, findet sich in dem Wochenblatte für Architekten und Ingenieure, Jahrgang 1879, S. 76 etc. eine Abbildung und Beschreibung, von welchen folgende Thatsachen vorliegen: Der Bagger hat sich recht gut bewährt und hat dem Zweck, für den er beschafft wurde, vollkommen entsprochen."

„Da jedoch Kreiselbagger überhaupt nur unter bestimmten Umständen mit Vortheil zu verwenden sind, so soll dieser Bagger nunmehro in einen Eimerbagger umgebaut werden, um in der Fahrrinne zweckmässig verwandt werden zu können" [1]).

Pumpwerke für springende Wasserstrahlen.

(Fontainen-Pumpwerke.)

§. 24.

Unter den gegenwärtig vorhandenen fünf grossen Fontainenwerken Europa's [2]) hat früher keins das Interesse der In-

1) Sowohl über diesen Elbinger Kreiselbagger, als auch über einen von Hennings & Comp. in Berlin gelieferten Pumpenbagger für Bremerhafen (der sich in Schlickboden ganz vorzüglich bewähren soll) berichtet Franzius in der dritten Abtheilung seines Handbuches der Ingenieurwissenschaften (zweite Auflage) Capitel XX., Seite 329.

Ueber einen neueren franz. Sandbagger berichtet Oppermann in seinem Portefeuille des Machines, 26e Année (1881) p. 82 mit Abbildungen auf pag. 23 und 24.

2) Versailles, St. Cloud, Cassel, Sanssouci, Herrenhausen (Hannover) und Sydenham.

genieure und des Publikums so sehr in Anspruch genommen, wie das zu Versailles. Wir eröffnen daher diesen Abschnitt mit den Wasserfördermaschinen zu diesem Werke, welche bei Marly an der Seine (zwischen St. Cloud und St. Germain) noch jetzt im Gange befindlich sind [1]).

Bekanntlich wurde die erste Anlage der Marly-Wasserkunst, unter Colbert's Einflusse, auf Befehl Ludwig XIV. beschafft und zwar zuerst nur deshalb, um die Fontainen, Cascaden u. s. w. der Versailler Gärten mit dem erforderlichen Wasser (der Seine) zu versorgen [2]). Die Ausführung beschaffte (1682) ein Lütticher Zimmermann mit Namen Rennequin und zwar förderten dessen Pumpen in 24 Stunden 250 Wasserzoll, d. i. fast 5000 Cubikmeter (genau 4798,825 Cubikmeter) [3]) auf 160 Meter Höhe in einer 1300 Meter langen Leitung in ein Hochreservoir, woraus die Versailler Wasserwerke gespeist wurden [4]).

Eine mit Abbildungen ausgestattete Beschreibung dieses Werkes scheint, in deutscher Literatur, zuerst (1725) Leupold im zweiten Bande seines Theat. Machin. Hydraulicarum geliefert zu haben [5]), dem später Belidor und Hachette u. A. folgten.

Im Jahre 1784 (also 5 Jahre vor der ersten französischen Revolution) besuchte das Marly-Werk der preussische Baumeister Rothe und berichtete nachher über die betreffenden Wahrnehmungen u. A. Folgendes, was wir die Maschinen allein betreffend deshalb hier aufnehmen, um zu zeigen, durch welche wahrhaft kolossale Mittel, complicirt, umständlich und schwerfällig die seiner Zeit gestellte Aufgabe gelöst worden war. Es lautet die betreffende Stelle folgendermaassen: „Bei meinem Aufenthalte bestand die Marly-Maschine aus

a. Vierzehn Wasserrädern, jedes 25 Fuss im Durchmesser; die Breite sämmtlicher Räder oder die Schaufellänge derselben war 107 Fuss 6 Zoll und die Höhe einer Schaufel 6 Zoll;

1) Vallès, Die Wasserleitung von Marly und Versailles. Förster's Bauzeitung, 30. Jahrgang (1865), S. 136—179.

2) Vallès, a. a. O. S. 143. II.

3) Ein Wasserzoll entspricht 19195,5 Liter oder 19,1953 Cubikmeter Wasser in 24 Stunden.

4) Man sehe hierüber auch eine ausführliche (mit schönen Abbildungen begleitete) Abhandlung im XIV. Bande (1863) von Armengaud's Publ. industr. pag. 246 ff., Pl. 20 und 21.

5) Bei Leupold findet man §. 79 folgende Ueberschrift: „Beschreibung der grossen Machine bei Marly, welche aus der Seine soviel Wasser hebt und nach den Gärten zu Versailles, Marly und Trianon bringt, als zu denen allda befindlichen sehr vielen Fontainen, Teichen und andern Wässerungen vonnöthen ist."

b. 48 Krummzapfen, an welchen die Arme 2 Fuss 6 Zoll lang waren, und ebenso viel Lenker oder Pläulstangen;

c. 122 grosse hölzerne Balanciers (Wagebalken) und grosse Bruchschwingen;

d. 2108 hölzerne Bruchschwingen, jede 16 Fuss lang, 10 Zoll breit, 5 Zoll dick;

e. 63744 Fuss eiserne Zugstangen, 3 Zoll breit, 1 Zoll dick;

f. 235 Saug- und Druckpumpen."

Während der Revolutionszeit gelangte das Werk in die erbärmlichsten Zustände, so dass es schliesslich täglich nur noch 12 Zoll (circa 130 Cubikmeter) Wasser förderte [1]). Napoleon I. war (von 1801 an) bemüht, dasselbe wieder herstellen zu lassen, namentlich wurden (von 1807 ab) die Arbeiten der Wasserräder durch Hülfsdampfmaschinen unterstützt, welcher Zustand bis 1817 fortdauerte, wo man die erste Dampfmaschine durch eine zweite (neue) ersetzen musste, welche letztere noch heute (?) benutzt zu werden scheint. In den Jahren 1858—1859 erfolgte (durch den Ingenieur Dufrayer) ein völliger Neubau der Wasserräder und der von diesen betriebenen Pumpwerke, wodurch die Maschinen überhaupt in den Zustand gelangten, in welchem sie sich heute noch befinden und worüber die beiden vorher citirten Hauptquellen [2]) (unter Beifügung schöner Zeichnungen) fast gleichmässig Bericht erstatten [3]).

Beinahe ganz an der Stelle der alten Wasserräder hat man jetzt drei neue (sogenannte Kropfräder) in Gang gebracht (und überdies noch Platz für drei andere gelassen), wovon jedes 12 Meter Durchmesser, 4,50 Meter Breite hat und bei $2\frac{1}{2}$ Umläufen pro Minute (1,57 Meter Peripherie-Geschwindigkeit) eine Bruttoarbeit von 109 Maschinenpferden (à 75 Meter-Kil.) liefern soll [4]) (das Wassergefälle zu 3,15 Meter vorausgesetzt).

Die folgende Fig. 437 lässt eines der drei (1863) im Gange befindlichen Wasserräder a erkennen, wobei man auch wahrnimmt, dass jedes dieser Räder vier einfachwirkende Pumpen mit horizontalliegenden Cylindern f direct von der Wasserradwelle aus mittelst Krummzapfen bc und Lenkstangen d in Bewegung setzt.

Die Plungerkolben e haben 0,38 Meter Durchmesser, ihr Hub beträgt 1,60 Meter. Bei $2\frac{1}{2}$ Wasserradumläufen pro Minute ergiebt sich daher eine Kolbengeschwindigkeit von

$$\frac{2 \,.\, 1{,}6 \,.\, 2{,}5}{60} = 0{,}133 \text{ Meter}$$

1) Rothe, Beiträge zur Maschinenbaukunde, S. 31.

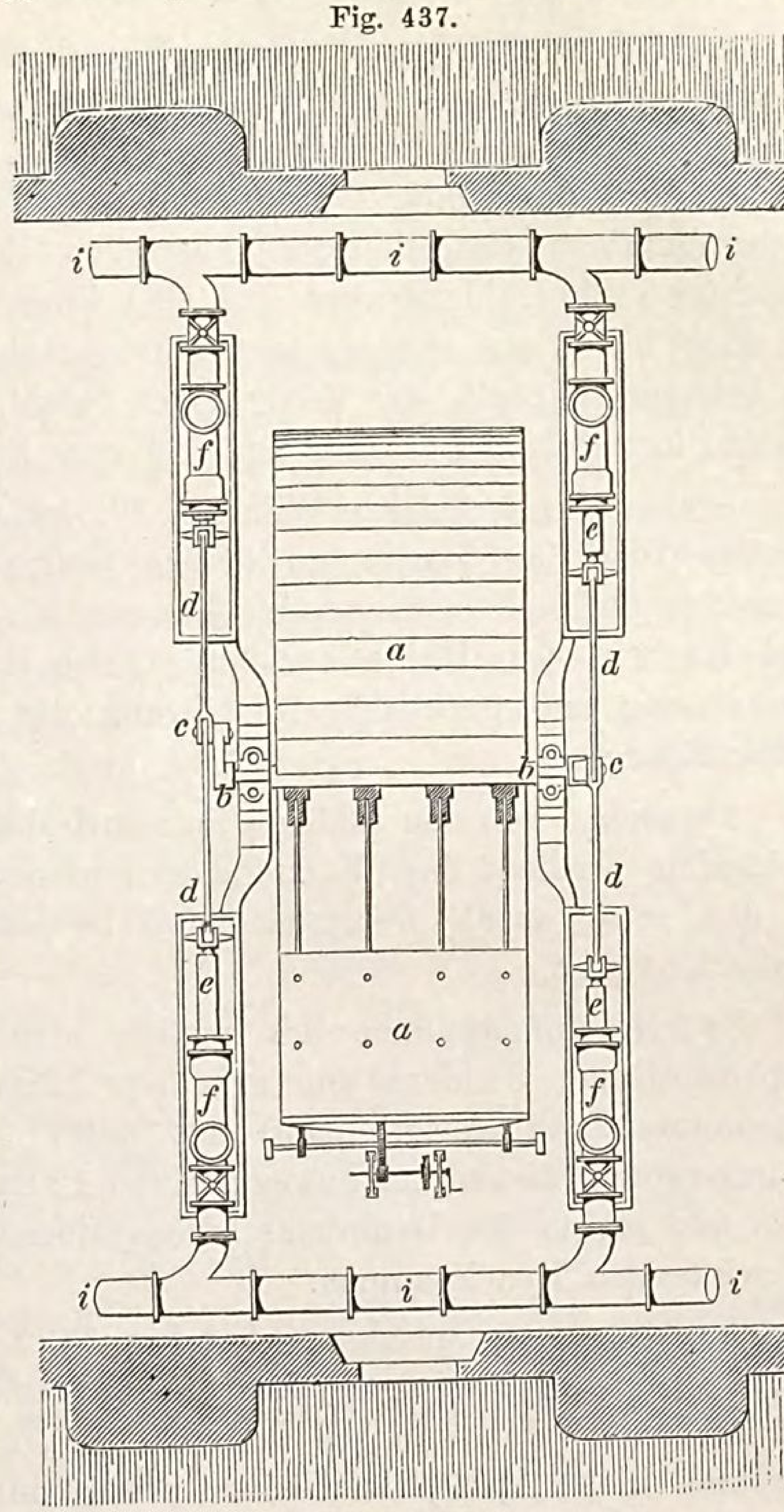
2) Vallès a. a. O. S. 139.

3) Armengaud's Publ. industr. (1863, a. a. O.) und Förster's Bauzeitung (1865, a. a. O.).

4) Armengaud, Publ. industr. a. a. O. S. 299.

pro Secunde. Da ferner die Kolbenfläche 0,1134 Quadratmeter Inhalt hat, so wird bei jedem Doppelhube (da die Pumpen einfachwirkend sind) pro Pumpe an Wasser angesogen oder weggedrückt: 0,1134 × 1,6 = 0,1814 Cubikmeter, oder von 4 Pumpen: 0,7257 Cubikmeter, pro Minute also 1,814 Cubikmeter, folglich in 24 Stunden 2612 Cubikmeter oder von sämmtlichen 12 Pumpen 7836 Cubikmeter pro Tag.

Fig. 437.



Durch Messung fand Dufrayer[1]) die wirklich in 24 Stunden gelieferte Wassermenge zu 6940 Cubikmeter, d. i. $\frac{6940}{7836} = 0{,}886$ d. i. zu fast $^9/_{10}$ des berechneten Werthes.

Die gemessene Wassermenge auf die Secunde reducirt und in Gewicht ausgedrückt, giebt für diese Zeit:

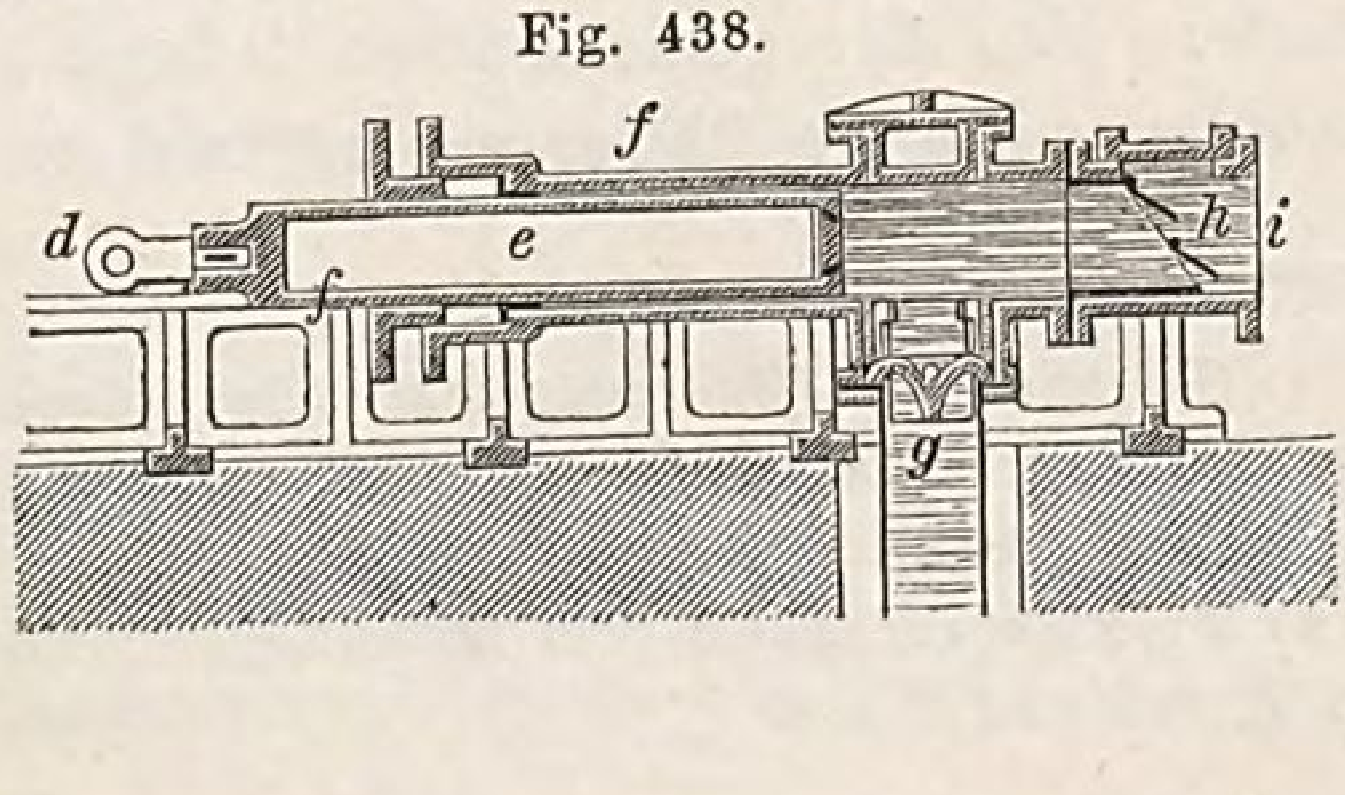
80,33 Kilogramm.

Die von allen drei Rädern wirklich geleistete Arbeit, da die Förderhöhe 160 Meter ist, beträgt sonach in Maschinenpferdekräften (à 75 mk.) ausgedrückt:

$$\frac{80{,}33 \, . \, 160}{75} = 171{,}3$$

oder 57 Pferdekräfte für jedes Wasserrad.

Fig. 438.



1) Armengaud, Publ. industr. a. a. O. S. 260.

Wir wenden uns nun zum zweiten der oben erwähnten Luxuswasserwerke, zur Fontaine von Sanssouci[1]).

Zunächst lehrt hier die Geschichte, dass schon Friedrich der Grosse 1748 beabsichtigte, in seiner Sommerresidenz Sanssouci ein grosses von einer holländischen Windmühle getriebenes Wasserwerk (eine Hauptfontaine von 100 Fuss Strahlhöhe, vier Nebenfontainen, Cascaden etc.) herstellen zu lassen. Allein ungeachtet vieler Geldausgaben und aller Energie des Königs gelang es doch nicht, ein einigermaassen respectables Werk zu Stande zu bringen, weshalb der König 1780 befahl, dasselbe liegen zu lassen, in welchem Zustande es 1786 vom Feuer verzehrt wurde.

Erst unter Friedrich Wilhelm IV. brachte man 1844 das heutige Werk zu Stande, zu dessen Gelingen die auch ausser Preussen hinlänglich bekannten Männer wie Persius, Brix[2]) und Borsig das Ihrige beziehungsweise durch Künstlertalent, Berechnung und praktische Ausführung der Maschinen und Zubehör beitrugen.

Abgesehen von den schönen im maurischen Style ausgeführten Gebäuden, verdient das Werk insofern besondere Beachtung, als es das erste durch Dampfmaschine betriebene seiner Art in Deutschland ist.

Zwei Dampfmaschinen mit vertical stehenden Cylindern mit Expansion und Condensation arbeitend, directwirkend und (als sogenannte Zwillingsmaschinen) mit unter 90 Grad verstellten Krummzapfen, dienen zur Bewegung von 12 zu je 6 (symmetrisch, links und rechts des Dampfmaschinensystemes aufgestellten) einfachwirkenden Druckpumpen.

Von den Dampfmaschinen hat jede 20 Zoll (rheinisch) (also $20 . 26{,}15 = 523$ Millimeter) Durchmesser und 5 Fuss ($5 . 0{,}305 = 1{,}525$ Meter) Hub und geschehen bei $3^1/_2$ Atmosphären Dampfpressung (Ueberdruck) im Kessel pro Minute 18 Schwungradumläufe. Von der gemeinsamen Schwungradwelle beider Dampfmaschinen wird die Bewegung auf die zu beiden Seiten (vertical)

1) Gottgetreu (Bauconducteur beim Baue), Der Fontainenbau in Sanssouci. Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang II. (1852), S. 252, und Jahrgang III. (1853), S. 198.

2) Brix, ebendaselbst (Der theoretische Theil des Fontainenbaues in Sanssouci), S. 372 und S. 458.

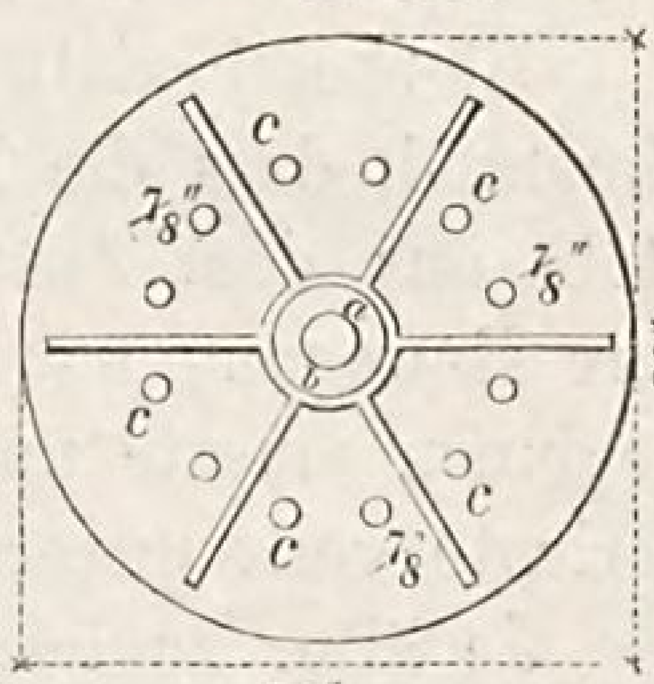
aufgestellten Pumpen unter Einschaltung je eines Zahnradvorgeleges übergetragen und hierdurch die Umdrehzahl der Pumpenkurbelwelle im Verhältnisse von $\frac{10\frac{1}{2}}{18}\left(=\frac{21}{36}=\frac{7}{12}\right)$ vermindert. Die Pumpenkolben haben 9 Zoll Durchmesser und 4 Fuss Hub.

Das mit diesen Pumpen zu fördernde Wasser (des Havelflusses) wird in zwei je 4932⅓ Fuss langen und 10 Zoll weiten Röhrenleitungen in ein 133 Fuss über dem Havelspiegel auf dem Ruinenberge liegendes Reservoir von 149 Fuss Durchmesser getrieben, von wo aus in zwei Röhrensträngen, jeder von 10 Zoll Durchmesser und von 3082 Fuss Länge, es eine am Fusse der obersten Terrasse in Sanssouci (welche 68 Fuss über der Havel liegt) angebrachte Fontaine treibt, deren springender Strahl im Maximum eine senkrechte Höhe von 126 Fuss (39,56 Meter hat [1]).

Bei sorgfältig (im Jahre 1843) angestellten Versuchen [2]) förderte die Maschine, wenn 11 Pumpen in Thätigkeit waren, pro Minute 184,33 Cubikfuss Wasser ins Ruinenberger Reservoir, woraus eine Gesammtleistung der Dampfmaschine von 81,4 Pferdekräften berechnet wurde.

Schliesslich ist noch auf Gestalt und Grösse der Sprungplatte aufmerksam zu machen, welche als Mundstück der grossen Fontaine vorhanden und in Fig. 439 in der Horizontalprojection skizzirt ist.

Fig. 439.



Man erkennt sofort, dass der Strahl kein geschlossener (mit vollem Querschnitte) ist, sondern wie bei der Casseler Fontaine [3]) aus mehreren dünnen Strahlen besteht, wovon hier der mittlere *ab* einen Durchmesser von $1^{11}/_{16}$ Zoll (rheinisch) oder von 44,1 Millimeter hat, während der Durchmesser eines jeden der zwölf Seitenstrahlen *ccc* ⅞ Zoll oder 23 Millimeter beträgt.

1) Erbkam, Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. II. (1852), S. 462 (Note 2).

2) Ebendaselbst S. 478.

3) In unserer Quelle (a. a. O. Jahrg. 1852, S. 462, Note 2) wird angegeben, dass der Strahl der Casseler grossen Fontaine nur 106¼ Fuss betrage. Es ist diese Angabe viel zu gering. Unter Anderem findet sich in einem Aufsatze des Crelle'schen Journales für Baukunst, Bd. 16 (1842), S. 153, unter der Ueberschrift: „Die grosse Casseler Fontaine", wo deren Höhe zu 190 (rhein.) Fuss, also zu 59,66 Meter verzeichnet ist. Dieser Aufsatz (Versuch einer Beschreibung des kur-

Das dritte der im Eingange dieses Abschnittes erwähnten Pumpwerke für die Wasserkunst des königlichen Schlossgartens zu Herrenhausen bei Hannover entstand bereits unter der Regierung Georg I. im Jahre 1721 und zwar hatte man mit Entwurf und Ausführung des Baues den englischen Architekten Sir J. Benson und die Mechaniker J. Andrews und Cleves beauftragt. Gänzlich vollendet wurde das Werk jedoch erst (etwas später) unter Zuziehung des Maschinendirectors Bardels in Clausthal.

Zum Betriebe von nicht weniger als 40 Pumpen (von je 12 Zoll Kolbendurchmesser und 6 Fuss Hub) dienten damals fünf grosse unterschlägige Wasserräder von je 32 Fuss Durchmesser und 32 Fuss Breite. So richtig auch hier die gleiche Vertheilung der Hubkraft, der zu je 8 an einem Wasserrade vereinigten Pumpen und mehr noch deren auf- und abgehende Bewegung durch höchst sinnreiche Mittel erreicht war (combinirt aus den Mechanismen der damaligen Gewehrschlösser und der aus Sperrrad und Klinke, Bd. 1, S. 43 (zweite Auflage) bestehenden Aufzugs-Vorrichtung der Uhren), so complicirt und mechanisch unvollkommen musste doch das Werk genannt werden.

Hierbei bezieht sich das letztere Urtheil namentlich auf den Umstand, dass die Pumpenkolben bei jeder Wasserradumdrehung stets aus dem Zustande der absoluten Ruhe gehoben wurden, ihre Bewegung mit der Maximalgeschwindigkeit der Radumgänge beginnen musste und dadurch Stösse und somit grosse Arbeitsverluste ganz unvermeidlich waren [1]).

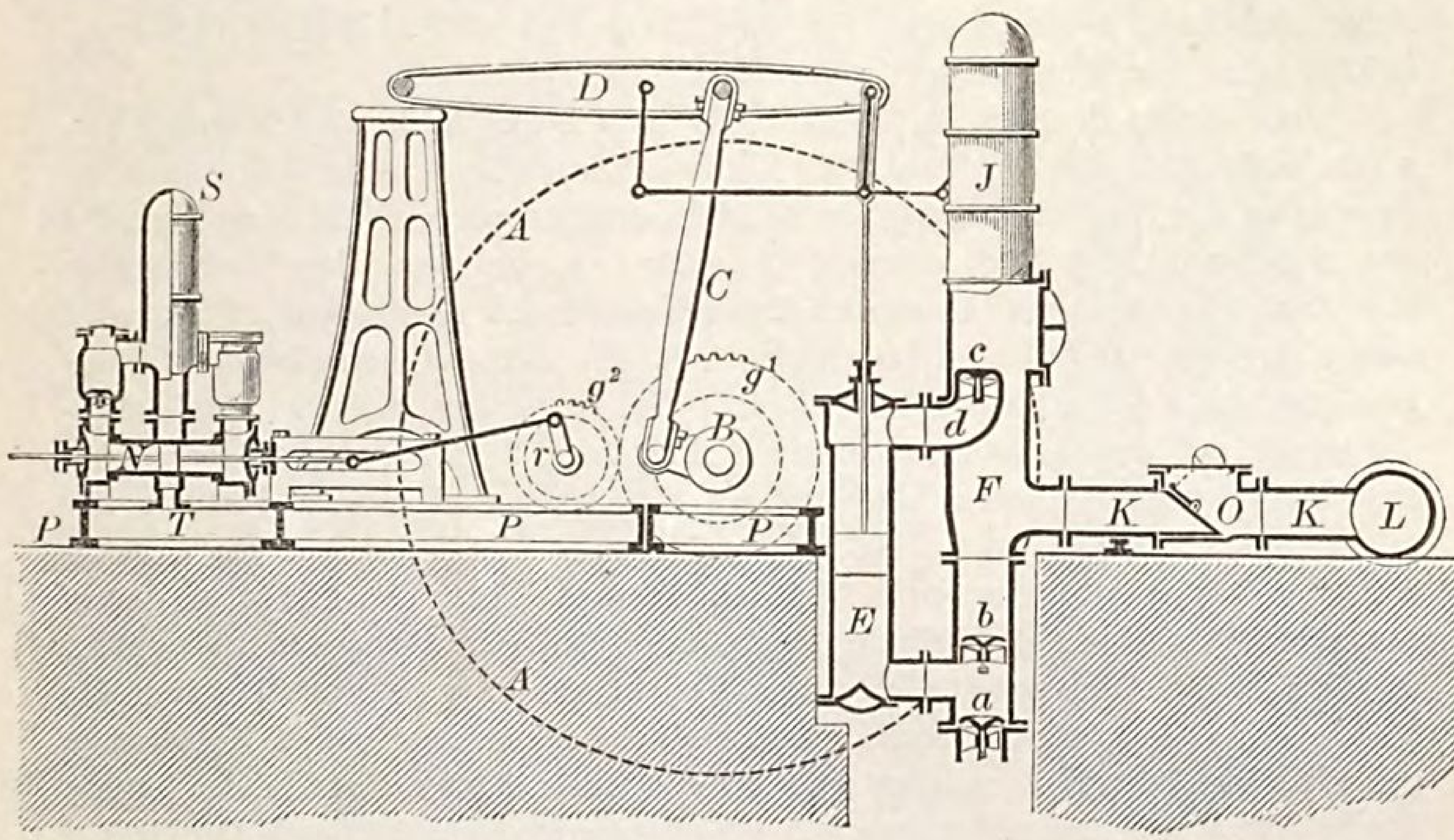
Je älter zugleich das Werk wurde, um so mehr vermehrten sich Brüche, Betriebsstörungen etc., wozu noch der äusserst geringe Effect der Pumpen kam, indem diese pro Minute nur 180 bis höchstens 200 Cubikfuss Wasser lieferten, d. i. nur etwa 25 Procent von dem wirklich vorhandenen Fassungsraume. Beim normalen Betriebe betrug übrigens die Steighöhe des Strahles der grossen Fontaine nicht mehr als 120 Fuss.

fürstlich hessischen Lustschlosses Wilhelmshöhe bei Cassel) ist vom damaligen Oberbaumeister Engelhard in Cassel geschrieben!

1) Hinsichtlich ausführlicher, mit guten Abbildungen begleiteter Beschreibungen dieses alten Herrenhausener Pumpwerkes verweisen wir auf einen sehr gut vom Baurath Hagen, als Constructeur des neuen Werkes, geschriebenen Aufsatz in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 10 (1864), S. 423 ff. Diese Quelle wurde auch vom Verfasser benutzt.

Bereits im Jahre 1860 konnte der auf Befehl König Georg's V. unternommene und vom Baurath Hagen in Hannover entworfene völlig neue Bau der jetzigen Herrenhausener Wasserhebungsmaschine beginnen. Die Ausführung der Maschinen wurde der G. Egestorff'schen Maschinenfabrik in Linden, die Gesammtleitung des Baues einer Commission übertragen [1]). Die Vollendung

Fig. 440.



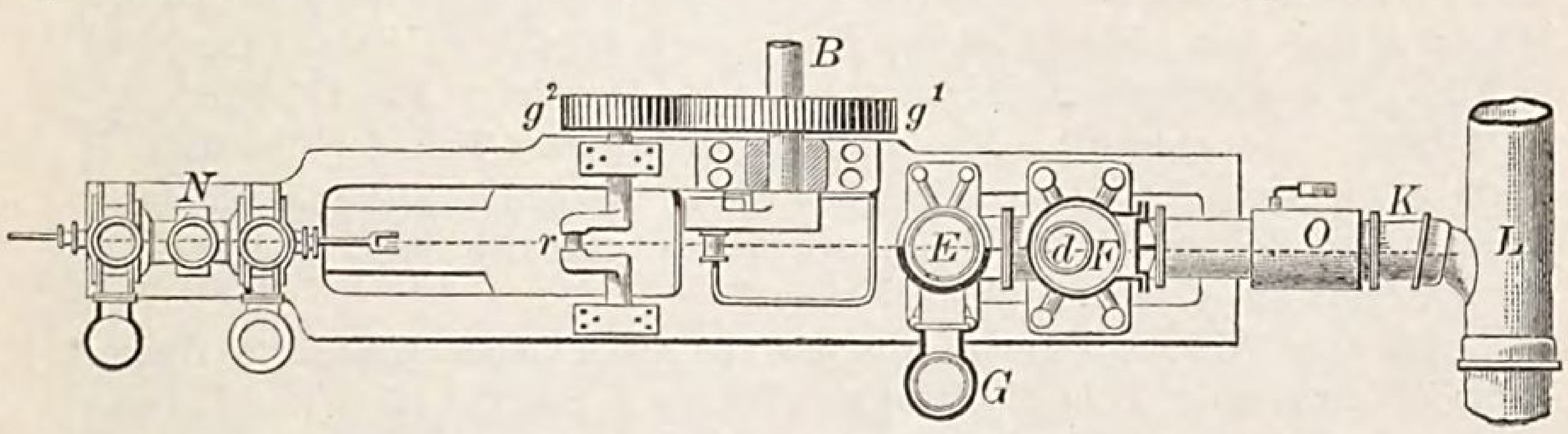


Fig. 441.

und Inbetriebsetzung erfolgte schon 1863. Zum Betriebe des neuen (gegenwärtigen) Werkes dienen zwei Kropfräder von je 29 Fuss hannov. (29 . 0,292 = 8,468 Meter) Durchmesser und von 11 Fuss 10 Zoll Breite (jedes Rad mit 45 geraden Schaufeln etc. ausgestattet). Die Aufschlagwassermenge (des gestauten Leine-

1) Die Mitglieder dieser Commission waren: Bergrath Jordan aus Clausthal, Baurath Hagen in Hannover, Hofbaurath Schuster und Hofbauinspector Auhagen in Herrenhausen.

flusses) kann 300 bis 450 Cubikfuss betragen, das Gefälle durchschnittlich 10 Fuss.

Indem wir in Bezug ausführlicher Beschreibung und durch schöne Zeichnungen erläuterter Darstellung des Werkes auf den bereits citirten Aufsatz des Herrn Baurath Hagen verweisen, benutzen wir zur übersichtlichen Kenntnissnahme die hier bezeichneten Fig. 440 und 441.

Der punktirte Kreis *A* soll der äussere Umfang eines der beiden Wasserräder andeuten, sowie *E* eine der zwei doppeltwirkenden Hauptpumpen, welche jedes der Wasserräder in Bewegung zu setzen hat.

Jede dieser Pumpen hat 16 Zoll (39 Centimeter) Kolbendurchmesser und einen Kolbenhub von $4^3/_4$ Fuss (1,49 Meter). Die Uebertragung der drehenden Bewegung der Wasserräder auf die bezeichneten Pumpen erhellt ohne Weiteres aus unserer Skizze und erinnert offenbar an die vom Maschinendirector Kirchweger bei der hannoverschen Wasserkunst (Seite 431, Figur 374 zweite Auflage) getroffene Disposition, d. h. ein auf das betreffende Wasserrad gesteckter Krummzapfen *B* pflanzt die Bewegung mittelst der Lenkstange *C* auf den grossen einarmigen Balancier *D* fort, von dessen Kopfe aus die Bewegung, unter Einschaltung des sogenannten Watt'schen Parallelogrammes (Bd. 1, Seite 503, Figur 322 zweite Auflage), auf die Kolbenstangen *E* übergetragen wird. In dem Ventilbehälter *F*, mit dem darauf gesetzten Windkessel *J*, befinden sich drei (von vier vorhandenen) Ventile, nämlich das zu dem aufsteigenden Kolben gehörige Saugventil *a* und das Druck- oder Steigventil *b*, sowie darüber das zum niedergehenden Kolbenzuge gehörige Druckventil *c*, welches sich auf der Ausmündung eines in das Innere des Behälters *F* eintretenden und mit diesem zusammengegossenen Knierohres *d* befindet. Das dem niedergehenden Kolbenzuge angehörige Saugventil ist in Fig. 440 weggeschnitten, jedoch sein Ort im Grundrisse Fig. 441 durch den Buchstaben *G* angedeutet. Man erkennt leicht, dass sich der Behälter *G* worin das letztgedachte Saugventil befindlich ist, an den Pumpencylinder durch einen dritten Rohransatz anschliesst, welcher mit der Längenrichtung *O Er N* der Maschine einen rechten Winkel bildet.

Aus dem Windkesselraume tritt das von den Pumpen geförderte Wasser durch ein Zweigrohr *K* in die Hauptrohrleitung *L*, welche allen vier Pumpen gemeinschaftlich ist[1]). Zu dem Pumpensysteme einer jeden der beiden Maschinenabtheilungen gehört noch eine kleine, horizontalgelagerte Pumpe *N*, welche von der Wasserradwelle aus, unter Einschaltung der Zahnräder g^1 und g^2, betrieben wird.

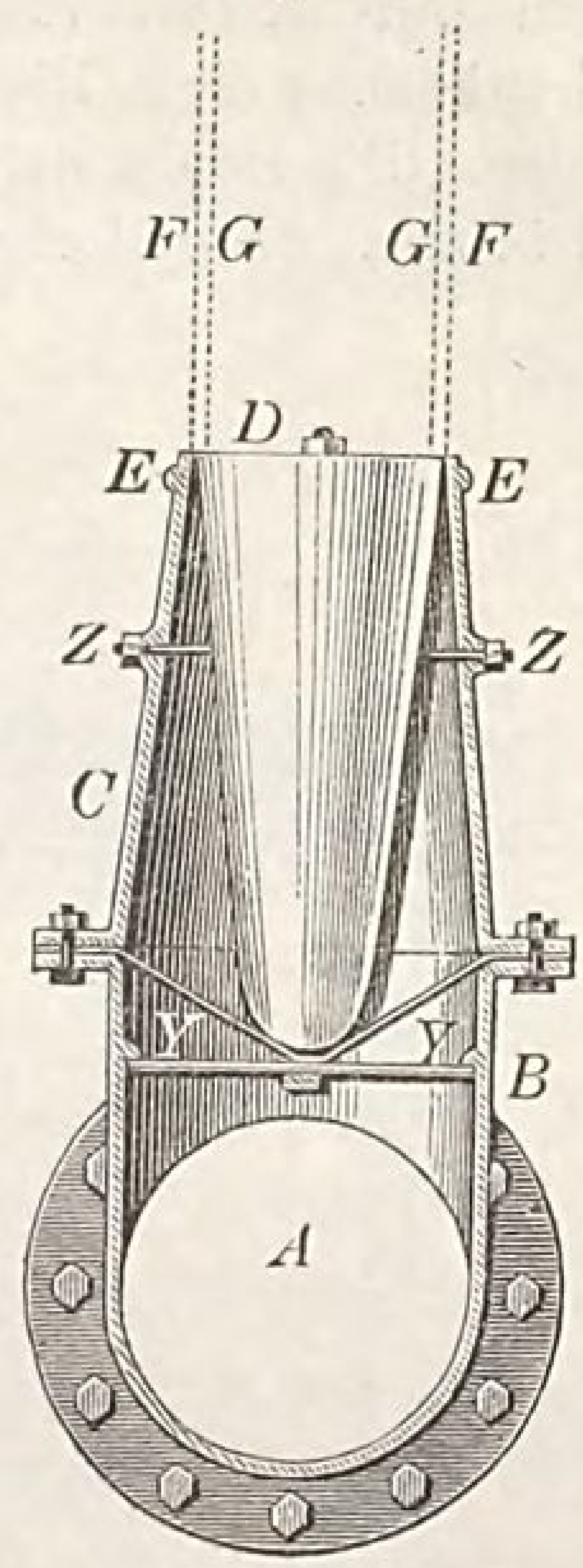
Der Zweck dieser letzteren Pumpe ist ein doppelter. Erstens soll diese Pumpe den erheblich geringeren Bedarf des Herrenhausener Schlosses an Spül- etc. Wasser während der Winterzeit befriedigen und dadurch die gänzliche Ausserbetriebsetzung der grossen Pumpen möglich machen. Zweitens soll aber damit auch der grossen Fontaine Genüge geleistet werden, wenn man diese nur durch ein Wasserrad mit zwei Pumpen betreiben will, indem

1) In jedem Zweigrohre *K* dient eine Klappe *O* zur gänzlichen Absperrung der Hauptleitung.

dann der Windkessel allein nicht ausreicht, die nothwendige Gleichmässigkeit des Fontainenstrahles zu beschaffen[1]).

Aus zwei sehr sorgfältig angestellten Versuchen geht hervor, dass die Pumpen mit einer Maximal-Pressung von $7\frac{1}{8}$ Atmosphären arbeiten und dabei den Strahl der grossen Fontaine auf 218 Fuss (63 Meter) senkrechte Höhe treiben können.

Fig. 442.



Bei dem ersten dieser Versuche haben die Räder eine Arbeit von 140 Pferdekräften, bei dem zweiten Versuche aber eine Arbeit von $186\frac{2}{3}$ Pferdekräften geleistet. Da nun beim ersten Versuche, unter Voraussetzung von 10 Fuss Gefälle, den Wasserrädern eine natürlich vorhandene Arbeit von 326 Pferdekräften und beim zweiten Versuche von 455 Pferdekräften zugeführt wurde, so stellten sich die Wirkungsgrade der Maschinen heraus zu $\frac{140}{336} = 0{,}43$ im ersten Falle und zu $\frac{168\frac{2}{3}}{445} = 0{,}41$ im zweiten Falle, wobei jedoch der 1 Fuss betragende Rückstau des Unterwassers in die Räder nicht beachtet wurde.

Die von der Fontaine bei 218 Fuss Höhe aus der Mündung getriebene Wassermenge berechnete sich durch Cubicirung im Sammelbassin der Fontaine zu 4,90 Cubikfuss pro Secunde[2]).

Die Mündungsgestalt, der sogenannte Sprungkegel, bei der Herrenhausener Wasserkunst erhellt aus Fig. 442, und zwar erkennt man sogleich, dass der Strahl als hohler Kreiscylinder von 11 Zoll (267,63 Millimeter) äusserem Durchmesser FF und von $10\frac{5}{8}$ Zoll (258,51 Millimeter) innerem Durchmesser GG, oder mit einer Wanddicke FG von $\frac{3}{16}$ Zoll (4,56 Millimeter) aufsteigt. Das Ringmundstück soll sich nicht so, wie das in Cassel und Sanssouci bewähren.

Nach sorgfältiger Untersuchung erkannte man, dass der ringförmige Strahlkörper EFG, Fig. 442, in einiger Entfernung von der Mündung EE, eine Art Knoten (eine Verdrehung) bildete, wodurch ein unschöner, wenig durchsichtiger Körper entstand und überdies die Aussenfläche des Strahles nicht glatt, sondern rauh war, welche dem Winde eine grössere, für den Strahl nachtheilige Einwirkung darbot.

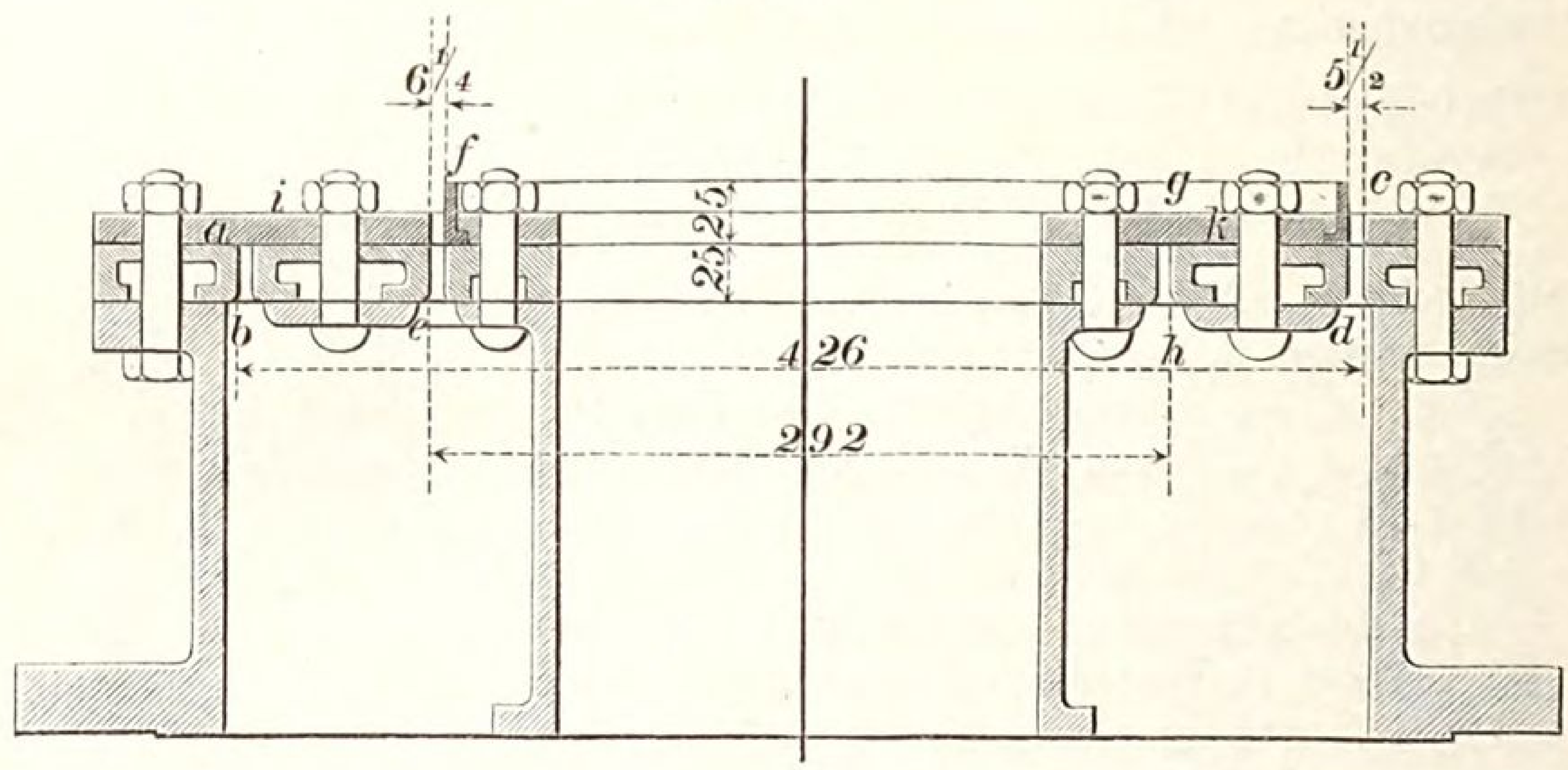
Herr Baurath Auhagen, Ingenieur der Herrenhausener Wasserkunst, hat zur Beseitigung dieser verschiedenen Uebelstände einen ganz anderen

1) Ueber die zu erwartenden Schwankungen der Strahlspitze hatte Herr Baurath Scheffler in Braunschweig noch vor Vollendung des Werkes eine höchst interessante Rechnung angestellt, die sich abgedruckt findet in dem „Organe für die Fortschritte des Eisenbahnwesens", Jahrg. 1862, S. 141.

2) Bei circa 120 Fuss Strahlhöhe der Fontaine ermittelte der Verfasser (Hydromechanik zweite Auflage, S. 566) die pro Secunde ausgetriebene Wassermenge (nach zwei verschiedenen Methoden) beziehungsweise zu 3,87 und 3,71 Cubikfuss hannoversch (1 Cubikfuss hannoversch = 0,0249 Cubikmeter).

Mündungsansatz construirt, dessen durch die Mitte des Ansatzes geführten Verticalschnitt Fig. 443 darstellt. Wie aus dem Vergleiche mit dem älteren Ansatze Fig. 442 sofort erhellt, ist der innere Kegel ganz weggefallen und die reine Kreiscylinderform, jedoch so gewählt, dass überhaupt zwei ringförmige Ausflussöffnungen *abcd* und *efgh* von beziehungsweise $5\frac{1}{2}$ mm und $6\frac{1}{4}$ mm Weite entstehen, wovon die äussere einem Durchmesser von 426 mm, die innere einem Durchmesser von 292 mm entspricht. Durch geeignete Deckplatten *i* und *k* können diese Ringmündungen beziehungsweise geschlossen oder geöffnet werden. Die Höhen der cylindrischen Mündungen sind beziehungsweise 25 mm und 50 mm. (Die Horizontalprojectionen bilden überall Kreise.)

Fig. 443.



Erreicht wurde thatsächlich durch die jetzige nach Form und Maass veränderte Gestalt, dass der springende Strahl weder Verdrehungen noch Knoten zeigt, dass er an äusserlicher Glätte sehr gewonnen hat und die Sprunghöhe nicht unwesentlich vergrössert ist.

Sorgfältige Messungen, sowohl der (jetzigen) Strahlhöhe [1]), als auch des ausgeworfenen Wasserquantums, sollen in nächster Zeit angestellt werden, über deren Resultate der Verfasser in geeigneter Weise Bericht erstatten wird.

1) Der Verfasser hat bei Anwendung der alten Mündungsform (Fig. 442) die ausgeworfene Wassermenge nach drei verschiedenen Methoden gemessen und dabei pro Secunde an Cubikmetern erhalten:

1. 0,0962 (nach S. 530 seiner Hydromechanik, zweite Auflage),
2. 0,09643 (nach S. 567, ebendaselbst) und
3. 0,09246 (nach S. 567), unter Einführung Weisbach'scher Coëfficienten.

Da die Casseler Wasserwerke und somit auch die dortige grosse Fontaine durch Wasser mit natürlichem Gefälle gespeist wird, folglich daselbst jede Wasserfördermaschine entbehrlich ist, wenden wir uns sogleich zu den Fontainen des Krystallpalastes von Sydenham[1]), die, wie der Verfasser als Kenner und Augenzeuge sämmtlicher oben genannten grossen europäischen Luxus-Wasserwerke bezeugen kann, an Schönheit und Grossartigkeit Alles übertreffen, was bis jetzt anderwärts geleistet worden ist. Der Betrieb erfolgt hier (nach der eigenen Aufzeichnung des Verfassers) durch zehn Dampfmaschinen, deren Pumpen von dem Eisenbahnniveau abgerechnet, einander das Wasser zuführen und schliesslich auf Thürme von 250 Fuss Höhe fördern[2]).

Die Dampfmaschinen sind theils horizontalliegende directwirkende, theils Balanciermaschinen, unter ersteren auch solche nach Woolf'schem Systeme[3]).

Einige derselben sind in den unten notirten englischen Quellen[4]) unter der Ueberschrift: „Crystal Palace Pumping Engines" beschrieben. Nach vom Verfasser seiner Zeit an Ort und Stelle genommenen Notizen beträgt die Gesammtpferdekraftzahl aller hier für Luxuszwecke arbeitenden Dampfpumpen 240[5]), während von anderen Berichterstattern 320 angegeben wird[6]).

Nach noch anderen Angaben[7]) sollen im Garten des Krystallpalastes von Sydenham, wenn man alle Werke in Thätigkeit setzt, nicht weniger als 11788 Wasserstrahlen springen und dabei 120000 Gallons oder 545 Cubikmeter Wasser pro Minute verbraucht werden, so dass ein volles etwa eine Stunde (genauer

1) Rühlmann, Der Krystallpalast zu Sydenham. Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. 1 (1855), S. 105.

2) Ebendaselbst S. 126 in der Note.

3) In Routledge's Guide to the Crystal Palace and Park at Sydenham wird S. 184 die Gesammtzahl der vorhandenen Dampfmaschinen-Pferdekräfte zu 320 angegeben.

4) Institution of mechanical engineers. Proceedings 1858, pag. 146, ferner The Artizan vom 1. Aug. 1858 (pag. 187) und vom 1. Septbr. 1858, pag. 212. Aus letzterer Zeitschrift in Bornemann's Civilingenieur, Bd. 5 (1859), S. 32.

5) Rühlmann, Zeitschrift d. Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 1 (1855), S. 126 (Note).

6) Routledge's Guide to the Crystal Palace and Park at Sydenham, pag. 154.

7) Phillips-Shenton's Guide to the Crystal Palace, pag. 176.

50 Minuten) dauerndes Spiel nicht weniger als 6000000 Gallons oder 27261 Cubikmeter lebendiges Wasser erfordert.

Die Höhe des grossen Strahles, der ähnlich (wie der in Cassel und Sanssouci) aus 50 einzölligen Strahlen zusammengesetzt ist, wird zu 280 engl. Fuss (85,4 Meter) angegeben.

Wir schliessen hiermit den Abschnitt mit der übersichtlichen Strahlhöhen-Zusammenstellung der im Vorstehenden besprochenen Hauptfontainen:

Versailles	23	Meter [1])
Sanssouci	39	„
St. Cloud	42	„
Herrenhausen	43–63	„
Cassel	52	„
Sydenham	85	„

1) Bei Versailles und St. Cloud ist (wie bei anderen Werken) vorausgesetzt, dass die sogenannten grossen Wässer (Les grandes eaux) spielen, was gewöhnlich nur am ersten Sonntag jeden Monats geschieht und stets eine Ausgabe von 8000 bis 10000 Franken veranlassen soll.

Drittes Capitel.

Lufttransportmaschinen.

Bläser und Sauger.

(Gebläse- und Wettermaschinen.)

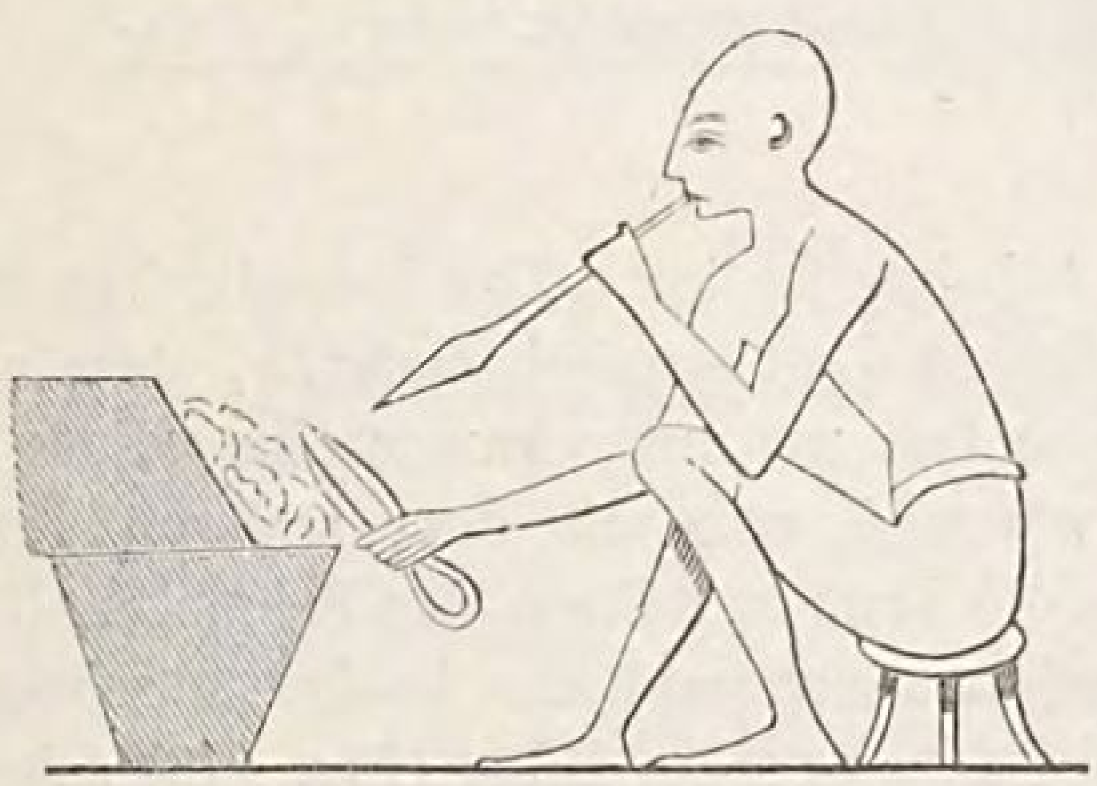
Geschichtliche Einleitung[1]).

§. 25.

Die ältesten Nachrichten über Werkzeuge und Apparate (Maschinen), wodurch man, zum Zwecke des Metallschmelzens, den Licht- oder Feuerflammen gepresste atmosphärische Luft zuführt, finden wir wieder bei den allerältesten Culturvölkern der Erde.

Unter Anderem liefert Wilkinson nachfolgende Abbildung, Fig. 444, woraus erhellt, dass man es hier mit einem Manne zu thun hat, der mit Hülfe eines Blasrohres (ähnlich dem heutigen Löthrohre) bemüht ist, einen Schmelzprocess (nach unserer Quelle wahrscheinlich von Silber oder Gold) herbeizuführen. Wilkinson bemerkt, dass dies Bild Grabüberresten des ehemaligen Theben entnommen ist und wahrscheinlich aus dem Jahre 1300 vor Christo stammt. Als noch älter (1500 Jahre vor Christo) bezeichnet Wilkinson[2]) die eben-

Fig. 444.



1) Ewbank, A descriptive and historical account of hydraulic and other machines etc. Dies bereits S. 573 und 586 citirte Werk giebt von den ältesten Lufttransportmaschinen die vollständigste Auskunft. Insbesondere handelte Book III, pag. 231 von den Gebläsemaschinen (Bellows) der Aegypter, Griechen, Römer etc.

Karsten, Handbuch der Eisenhüttenkunde. Dritte Auflage. Zweiter Theil. Berlin 1841, S. 455 ff.

Weisbach, Die Fortschritte des Bergmaschinenwesens in den letzten 100 Jahren. 2. Theil. Freiberg 1867, S. 19.

Karmarsch, Geschichte der Technologie. München 1872, S. 243.

2) A. a. O. Vol. II. pag. 316.

falls an Gemälden von Grabüberresten in Theben vorgefundenen Fig. 445 und 446, welche einen grösseren Metallschmelzprozess darstellen.

Zur Aufnahme der erforderlichen atmosphärischen Luft dienten Ledersäcke *ab* und *fg* (Fig. 445), die man in geeigneter Weise zwischen einer Art Rahmenwerk befestigt hatte. Zum Ansaugen zog man die Sackwände mit Stricken in die

Fig. 445.

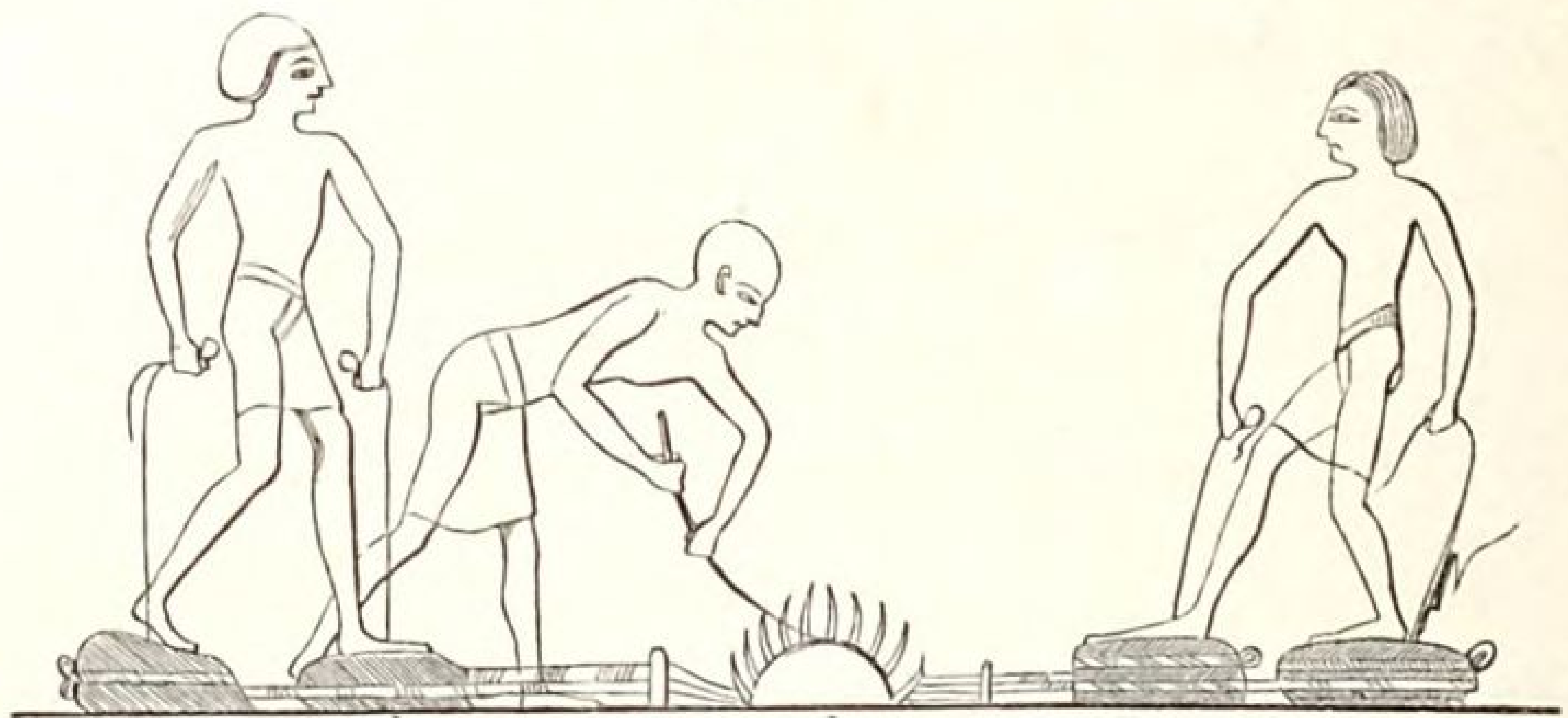
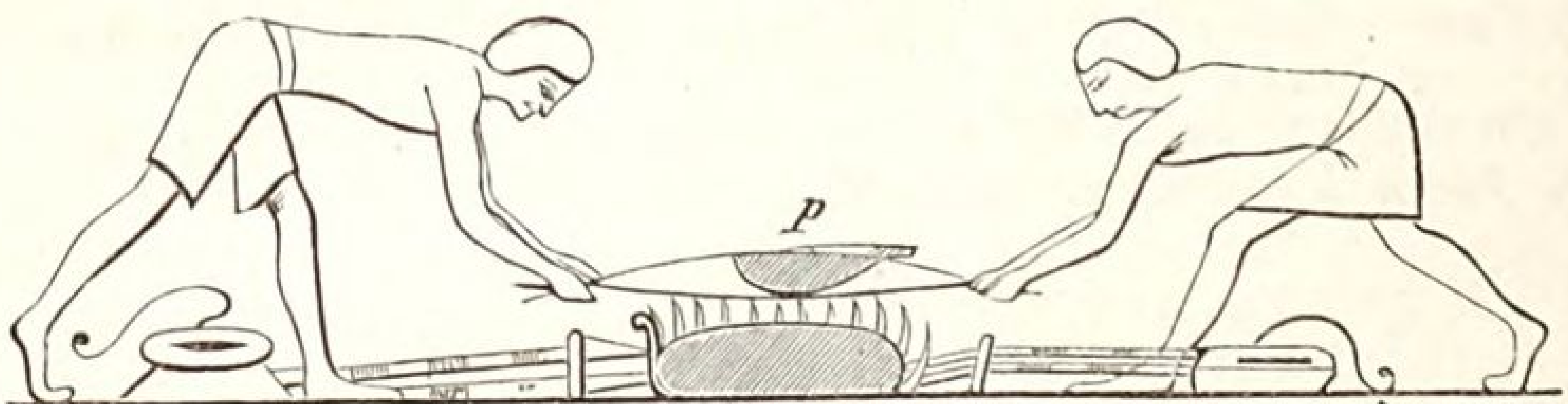


Fig. 446.



Höhe, deren Enden die betreffenden Arbeiter fassten. Das Comprimiren und Ausblasen der eingesogenen atmosphärischen Luft geschah dadurch, dass man die aufgeblasenen Säcke mit den Füssen trat und zwar immer einen Fuss erhob, den betreffenden Sack aufzog, während man mit dem anderen Fusse drückte[1]). Von den Säcken aus wurde die Luft in Röhren der Schmelzstelle *d* zugeführt, deren äusserste Enden mit geeigneten zugespitzten Ausflussmündungen (conischen Düsen) versehen waren. Auf dem zweiten Bilde (Fig. 446) scheint man den zu schmelzenden Gegenstand bei bereits hinlänglich in *m* angefachtem Feuer in einem Tiegel *p* aufgenommen zu haben. Bei *k* und *o* erkennt man die herabgefallenen Zugstränge etc.

Der Erfinder des dreieckigen (ledernen) sogenannten Spitz-Blasebalges, wobei die betreffenden mit geeigneten Saugklappen versehenen Wände durch Winkelbewegung in Thätigkeit gesetzt wurden, ist ebenso unbekannt wie die Zeit, welcher er entstammt.

1) Höchst wahrscheinlich hat man auch hierbei schon eine Art Klappen-Ventile in Anwendung gebracht.

(*Interimstitel.*)

Allgemeine
Maschinenlehre.

Ein Leitfaden für Vorträge,

sowie zum Selbststudium des heutigen Maschinenwesens,
mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwickelung.

Für

angehende Techniker, Cameralisten, Landwirthe und Gebildete jeden Standes.

Von

Dr. Moritz Rühlmann,
Geh. Reg.-Rath u. Professor an der Kgl. technischen Hochschule in Hannover.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Vierter Band.

Dritte Lieferung.

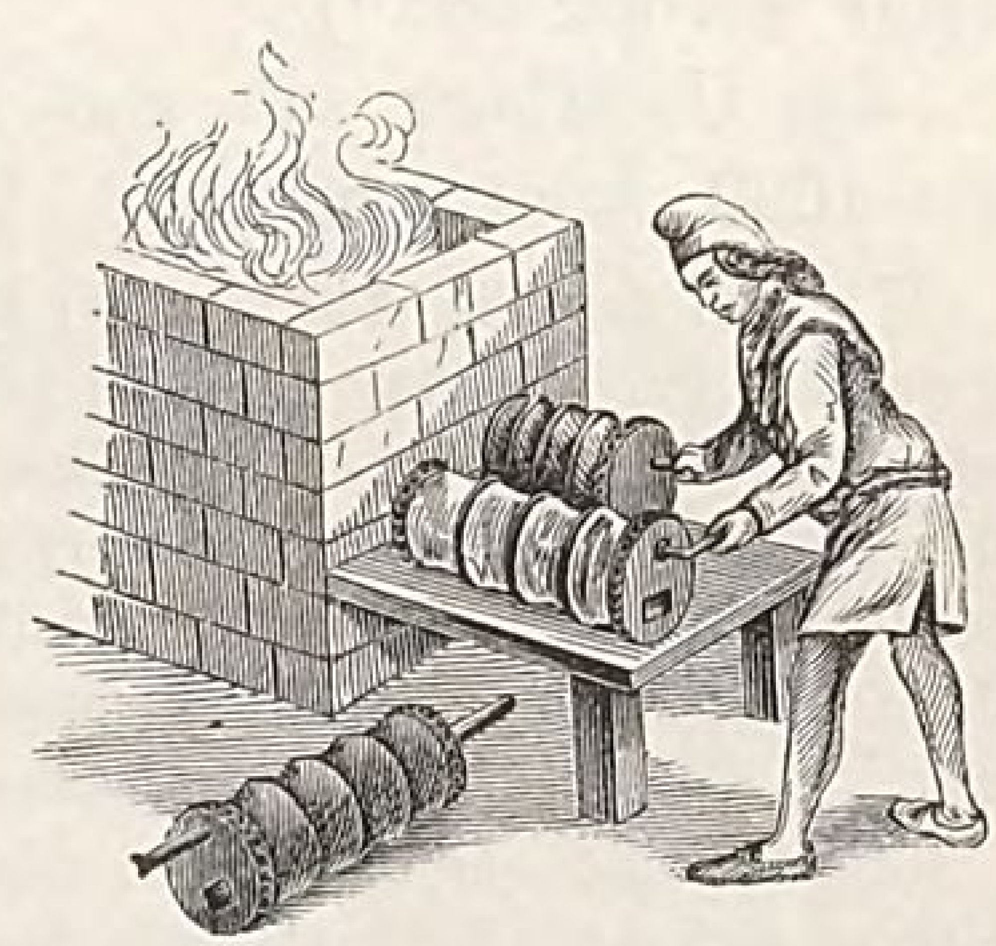
Mit 103 Holzschnitten.

Leipzig 1888.
Baumgärtner's Buchhandlung.

Wilkinson[1]) sucht nachzuweisen, dass dieser Lederbalg, Handblasebalg, schon den Griechen bekannt gewesen sei[2]). Dass er bereits von den Römern benutzt wurde, erhellt zweifellos aus einer antiken Abbildung, welche Ewbank[3]) liefert und die dem 5. Bande von Montfaucon's „Antiquities“ entlehnt sein soll. Letztere Quelle liefert ferner (S. 207) die Abbildung eines ledernen Spitzblasebalges, der vollständig in seiner Gestalt und Ausführung den in unseren gewöhnlichen Schmiedefeuern gebräuchlichen Balgen gleicht. Ewbank bemerkt, dass er die betreffende Abbildung einem Werke entlehnt habe, welches 1511 in Erfurt erschienen sei[4]).

Dass im 16. Jahrhundert nicht nur die ledernen Spitzbälge beim Schmelzen und Schmieden der Metalle allgemein im Gebrauche waren, sondern auch die sogenannten Cylinder- und Kegel-Bälge (Laternenbälge), Figur 447, erhellt aus Agricola's 1550 geschriebenem Werke „De Re Metallica“, woselbst sich (S. 290, 351 ff.) nicht nur Abbildungen von Spitzblasebälgen vorfinden, sondern (S. 296) auch deren Verfertigung ganz genau beschrieben wird.

Fig. 447.



Unsere Abbildung des Kegelbalges (Cylinderbalges) mit Ledermantel und paralleler Bewegung der grossen, mit Klappenventil versehenen Endfläche, ist dem Agricola'schen Werke S. 337 entlehnt.

Auch zu anderen Zwecken als zum Luftblasen in Schmelzräume benutzte man die Spitzbälge bereits vor langer Zeit. In

1) A. a. O. S. 317.

2) Rich, Illustrirtes Wörterbuch der römischen Alterthümer, bringt im Artikel „Follis“ die Abbildung eines Spitzblasebalges, der nach Gestalt und Dimensionen ganz mit dem heute in unseren Hauswirthschaften und Kleingewerben noch gebräuchlichen Blasebalge übereinstimmt. Die Figur ist einer Thonlampe aus der Sammlung von Licetus entnommen.

3) A. a. O. S. 243.

4) Der betreffende Blasebalg wird allerdings zum Wasserheben benutzt, weshalb die Abbildung auch die Unterschrift zeigt: „German Atmospheric Bellow's Pump.“ A. D. 1511.

dem mir vorliegenden 1615 in Frankfurt erschienenen Werke des Salomon de Caus „Beschreibung etlicher sowohl nützlicher als lustiger Maschinen“ findet sich z. B. (im ersten Buche als Problema XXVIII.) ein durch Wasser getriebenes Orgelwerk beschrieben und abgebildet, wobei man vier lederne Spitzbälge, hier „Windladen“ genannt, benutzt.

Wir werden bald erfahren, dass Cylindergebläse für Orgelwerke bereits zur Zeit Vitruv's bei den Römern im Gebrauche gewesen sind.

Um die Herstellung der Spitzblasebälge, namentlich wenn diese für bedeutende Schmelzprocesse in grossen Dimensionen ausgeführt werden mussten, so wohlfeil wie möglich zu machen, liess man die ledernen Seitenwände ganz weg, construirte ganz hölzerne Blasebälge. Diese sollen zuerst in Deutschland und zwar bereits im 16. Jahrhundert (1550 in Nürnberg?) verfertigt worden sein [1]).

Am Unterharz soll man diese hölzernen Balgengebläse bereits 1620 benutzt haben.

Wie aus den Fig. 448 bis 450 erhellt [2]), besteht der wesentliche Charakter dieser Blasebälge darin, dass ein hölzerner Kasten *EFGH* (Oberkasten) und eine hölzerne Fläche *AF* (Unterkasten) sich gegen einander bewegen und dass beide nicht von einander unabhängig, sondern derartig mit einander verbunden sind, dass in jedem Falle eine oscillatorische Bewegung, wie bei den gewöhnlichen ledernen Spitzbälgen, erfolgen muss, es mag die Fläche *AF* in den Kasten *EFGH* hineingedrückt oder der Kasten um die Fläche bewegt werden.

Unsere Abbildungen stellen ein solches hölzernes Balgengebläse dar, bei welchem sich der Oberkasten um den Unterkasten bewegt. In dem Unterkasten *AF* ist eine Oeffnung *B* mit Ventilklappe zum Einlassen der ungepressten atmosphärischen Luft angebracht. Der Oberkasten oscillirt um einen langen Zapfen (Walze) aus Rundeisen, der in Fig. 449 *cbc* bezeichnet ist, wobei denn dieser Zapfen zugleich die Verbindung zwischen Unter- und Oberkasten abgiebt. Die Stelle dieser Drehachse ist in Fig. 448 und 450 durch den Buchstaben *b* markirt. Zur gehörigen Dichtung der geraden Kanten des Unterkastens sind diese mit beweglichen hölzernen Langleisten *xx* versehen, welche durch Stahlfedern *zz* gegen die Wände und gegen das Stirnrad des Oberkastens gedrückt und durch Kröpfe oder Haken *yy* festgehalten werden, damit sie beim Aufziehen des Oberkastens nicht in die Höhe gerissen werden. *mm* sind noch besondere Klammern für sogenannte Spannfedern *ll* [3]).

1) Karmarsch, Geschichte der Technologie, S. 244.

2) Nach Karsten, Handbuch der Hüttenkunde. Zweiter Theil, §. 579, Taf. VI, Fig. 10—15.

3) In Besug auf die Details dieser Leisten- und Feder-Dichtungen müssen wir auf unsere vorher angegebene Quelle verweisen.

Dass endlich *AD* ein Gerüst (das Balggerüst) zum Tragen der Fläche *FF* ist, welche den Hauptheil des unbeweglichen Unterkastens bildet, sowie dass man mittelst einer Zug- oder Schubstange *G* den pyramidalen oder keil-

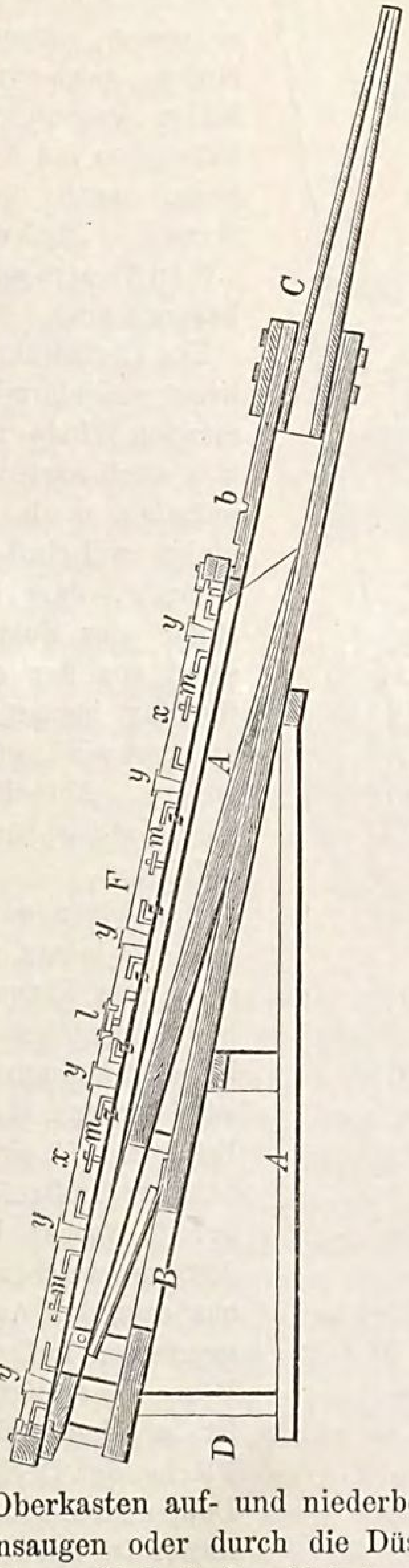


Fig. 448.

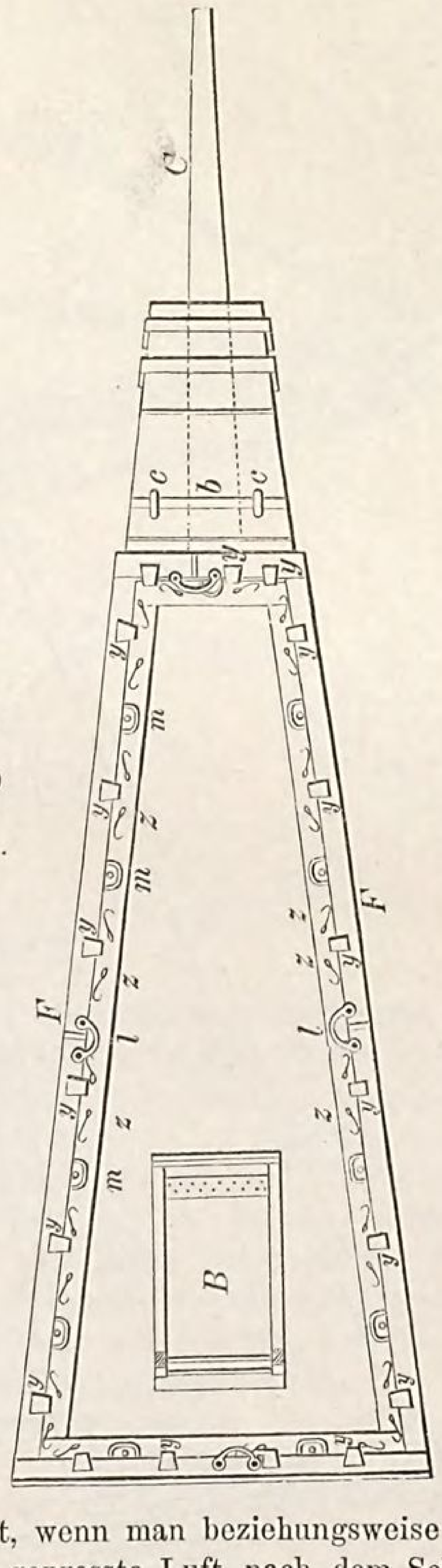


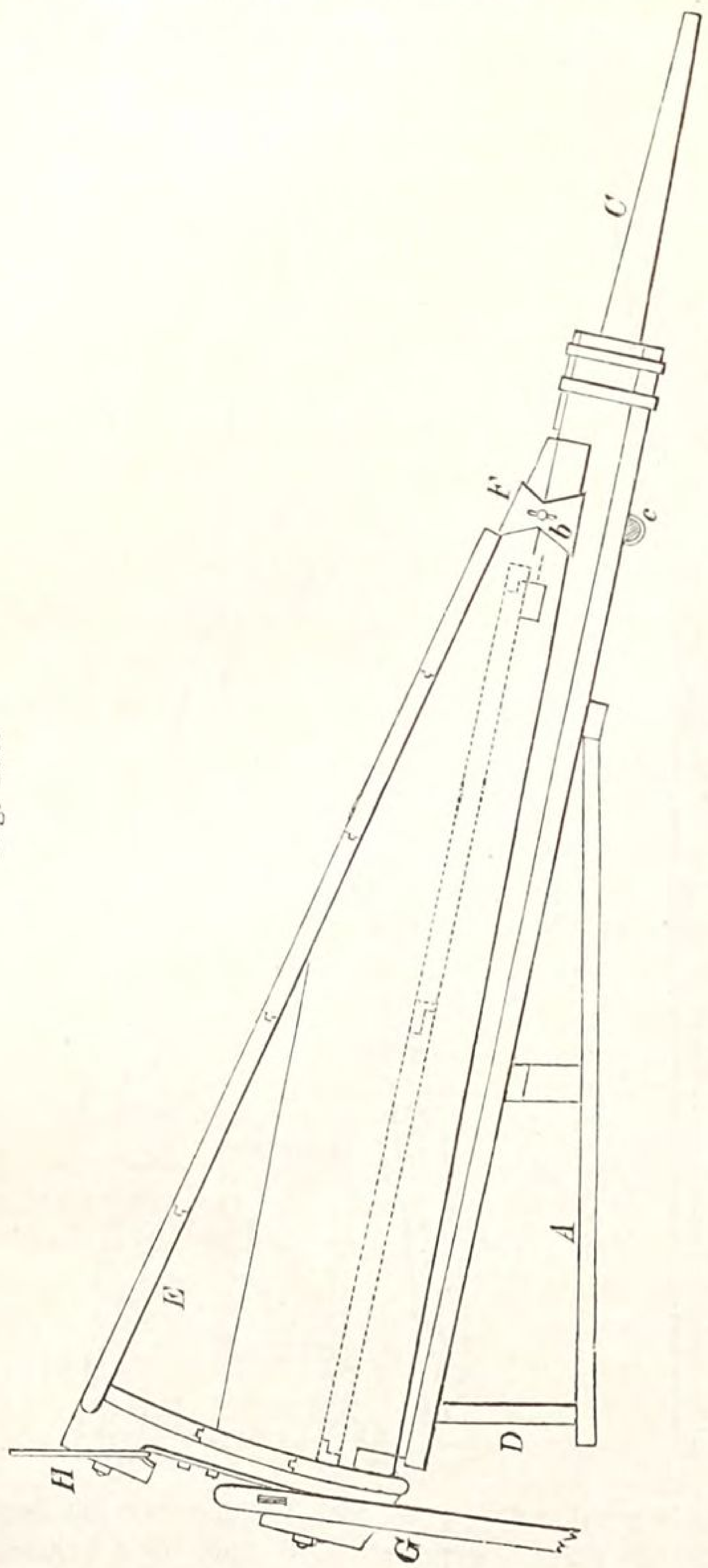
Fig. 449.

förmigen Oberkasten auf- und niederbewegt, wenn man beziehungsweise durch *B* Luft ansaugen oder durch die Düse *C* gepresste Luft nach dem Schmelzraume treiben will, bedarf wohl keiner ausführlichen Erörterung.

Man erkennt sofort, dass ein solcher Balg keinen ununterbrochenen Luftstrom erzeugen kann, sondern nur absatzweise wirkt, weshalb man in der Regel zwei oder mehrere derselben Balgen nebeneinander anbringt, deren Wind von einem Sammelbehälter aufnehmen lässt und erst aus letzterem den Ausfluss durch

eine Düse nach dem Schmelzraume geschehen lässt. Eine gewisse Gattung solcher hölzerner Balgengebläse, wobei der Unterkasten oscillatorisch bewegt wird, der Oberkasten aber unbeweglich ist, waren 1780 in Frankreich gebräuchlich und wurden in Schweden, namentlich von einem gewissen Windholm ausgeführt[1]), weshalb diese bei den Hüttenleuten auch unter dem Namen „Schwedische Windholmgebläse" bekannt sind.

Fig. 450.



Zur Herbeiführung möglichst gleichförmig ausströmenden Windes construirte man auch sogenannte Doppelbalge, d. h. man vereinigt zwei einfache Balgen derartig, dass bei jedem Hube oder Zuge abwechselnd aus der einen Abtheilung immer Luft ausgepresst wird, während die andere Abtheilung die frische atmosphärische Luft aufnimmt.

Nachfolgende Figur 451 und 452 lassen einen solchen vom Franzosen Rabier angegebenen Doppelbalgen erkennen[2]). Hierbei ist *A* der eine, *B* der andere Balg und *C* ein Sammelbehälter (Luftreservoir) der bereits vorher bemerkten Art, von welchem letzteren aus erst der Ausfluss der gepressten Luft durch die Düse *D* erfolgt. Ferner ist *a* eine unbewegliche Fläche, der Deckel für den Doppelbalgen *A* und *B*, ferner ist auch der Boden

1) Karmarsch a. a. O. S. 245 und Hausmann, Reise durch Scandinavien. IV. 169—195.

2) Annales des mines, Serie IV, pag. 272.

b des ganzen Balges unbeweglich. Die Decke *L* des Luftreservoirs *C*, die ebenfalls bei *d* um den Kopf *E* drehbar gemacht ist, muss stets mit Gewichten *G G* belastet werden, um die Luft aus der Düse *D* in den Zeitmomenten auszupressen, wenn das Reservoir *C* keinen Zufluss aus dem Balgen erhält.

Fig. 451.

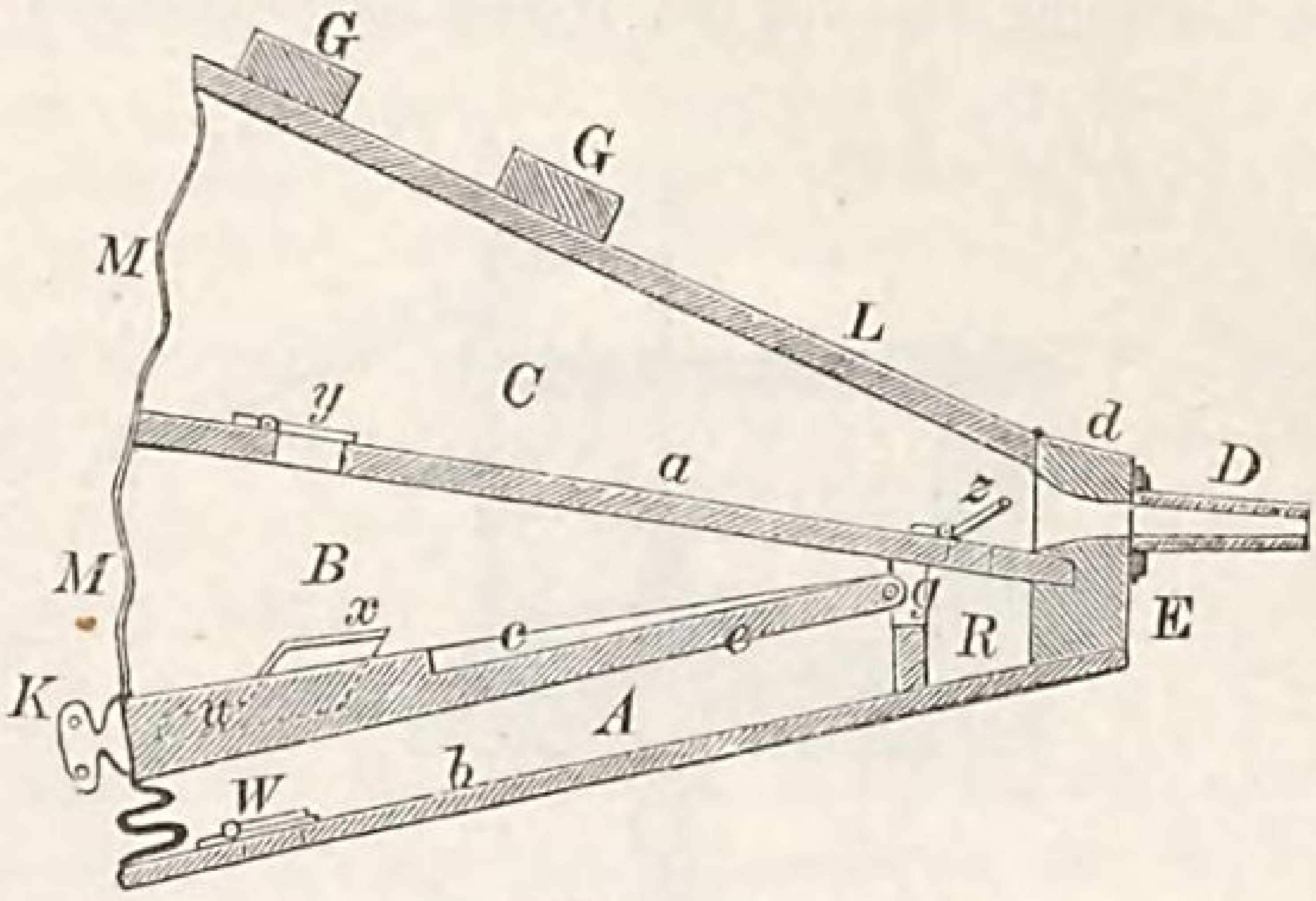
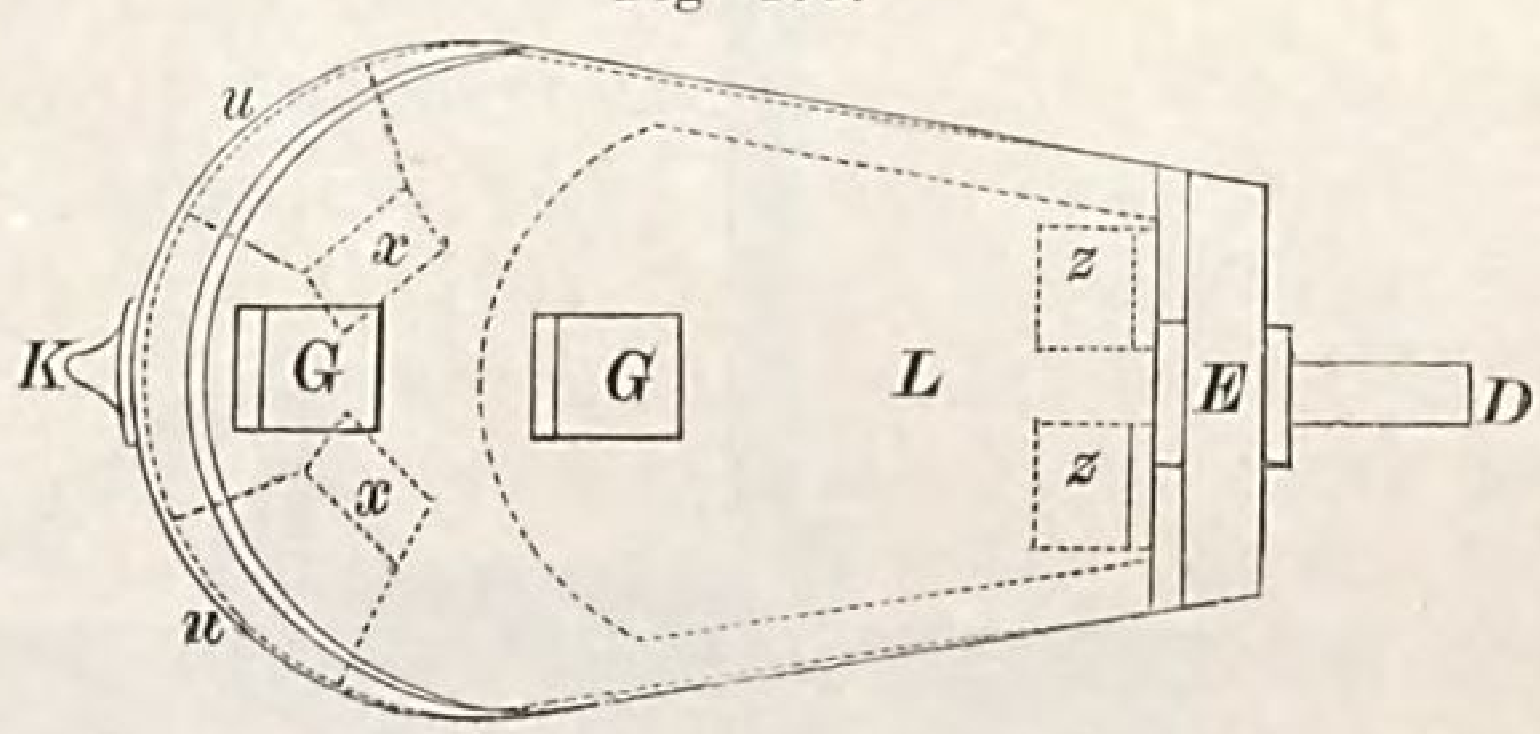


Fig. 452.



Die beide Balgen *A* und *B* trennende, um *g* beweglich gemachte Wand *c* (der Scheider genannt), wird ausserhalb bei *K* wieder von einer Zug- oder Druckstange auf- und abgezogen. Beim Niedergange des Scheiders *c*, welcher Act in Fig. 451 dargestellt ist, wird die im unteren Balgen *A* aufgefangene Luft zusammengedrückt, dadurch zwei im Boden *b* befindliche Ventile *W* geschlossen, dagegen die Ventile *z* (im Scheider) geöffnet und die Luft nach *C* getrieben. Gleichzeitig wird aber zufolge des vergrösserten Raumes *B*, durch eine nach aussen gehende Oeffnung (Fig. 452) im Scheider *c*, frische atmosphärische Luft durch die geöffneten Ventile *x x* nach *B* geführt. Während dieser Zeit bleiben die Ventile *y y* geschlossen, da die durch *z* in den Raum *C* getretene Luft gepresst wird und gegen *y* einen entsprechenden Druck ausübt. Beim Aufgange des Scheiders *c c* wird der Raum *B* nach und nach verkleinert, die hier befindliche Luft zusammengedrückt und durch deren Pressung das Ventil *y* geöffnet, dagegen *z* geschlossen. Allerdings besitzt die ganze Balgenanordnung einen schädlichen Raum *R*, den man dadurch entfernen könnte, dass man die Abtheilungen *A* und *B* durch einen Lederschlauch in Verbindung brächte, obwohl dies auf Kosten der Dauerhaftigkeit des Balges geschehen würde.

Wir sind mit der Verfolgung der Spitzbalgengebläse der Geschichte weit vorausgeeilt und kehren deshalb wieder in das 17. Jahrhundert zurück, wo wir das einfachste aller Gebläse, das sogenannte Wassertrommelgebläse (die Trombe), finden, welches nach Karsten[1]) um das Jahr 1640 in Italien erfunden und nach Karmarsch[2]) bereits 1665 in Tivoli bei Rom zum Messingschmelzen angewandt worden sein soll[3]).

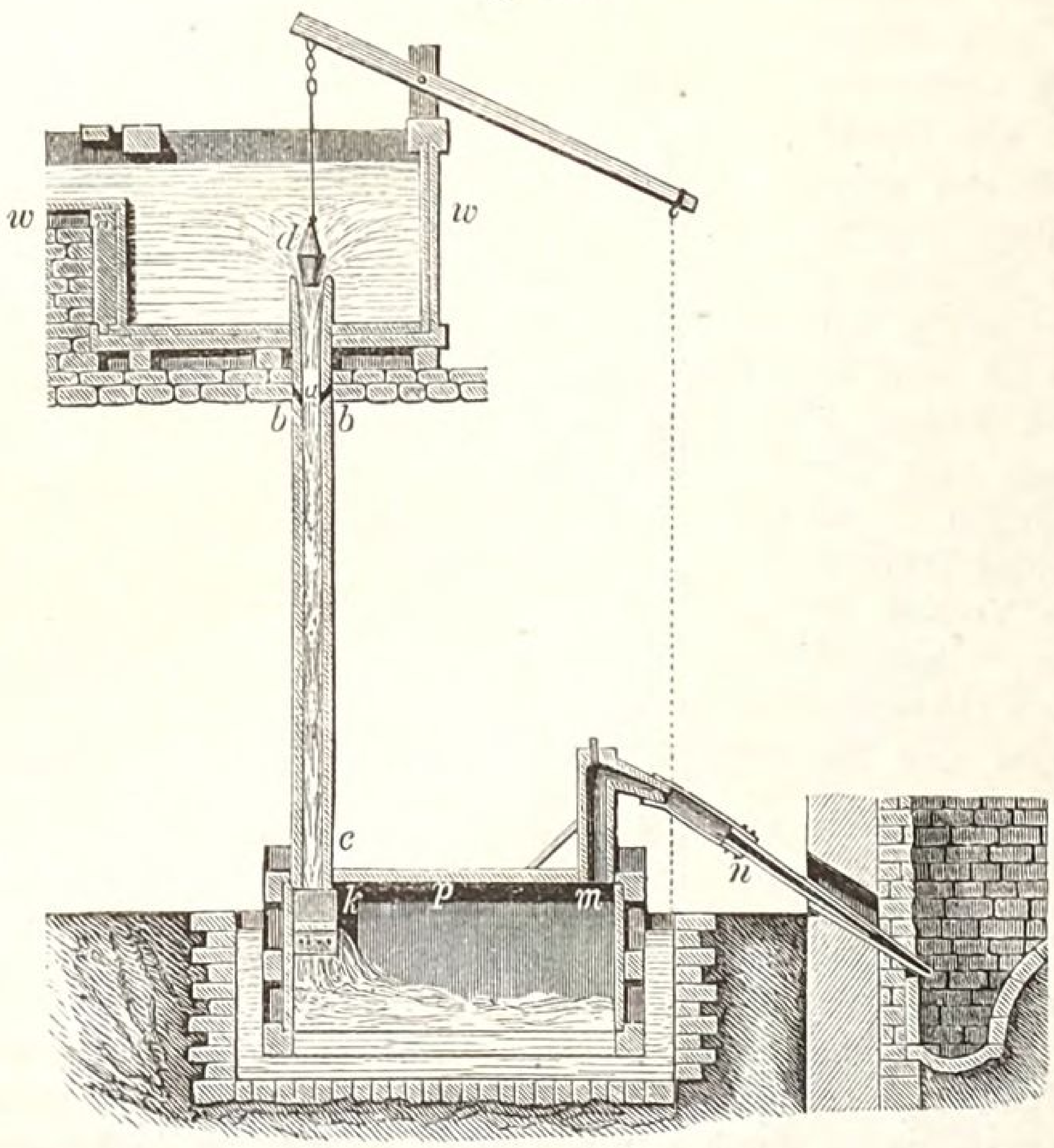
1) Handbuch der Eisenhüttenkunde, 2. Theil, 3. Auflage, S. 460.

2) Geschichte der Technologie, S. 248.

3) Ausführliches über diese Gebläse giebt Chaptal in Gilb. Annalen der

Dies Gebläse gründet sich (wie Nagel's Wassersaugapparat Seite 378, Fig. 344 u. 345) auf das unter bestimmten Umständen und Verhältnissen eintretende Luftsaugen durch Löcher in den Seitenwänden einer verticalen Röhre, in welcher Wasser herabfliesst, worüber u. A. auch ausführlich in des Verfassers „Hydrodynamik“, S. 154 ff. gehandelt wird. Wir entnehmen letzterer Quelle die Abbildung Fig. 453 des Wassertrommelgebläses.

Fig. 453.



Der Haupttheil des Gebläses bildet eine senkrecht gestellte Röhre *bc*, in welcher nach Erhebung eines Pfropfens *d* Wasser herabstürzt, was in einem Gerinne *ww* zugeführt wird. Hierbei sind in der Röhre oben bei *a* solche Querschnitte angeordnet, dass hier der Wasserstrahl die Röhre nicht ausfüllt, vielmehr in verhältnissmässig zertheilten Strahlen auseinandergeht, dadurch einen luftverdünnten Raum erzeugt und durch daselbst in die Rohrwand gebohrte Löcher *bb* die äussere Luft sich bemüht, daselbst einzutreten, oder das Innere der Röhre die äussere Luft ansaugt. Das herabstürzende Wasser reisst die eingesogene Luft mit sich fort und trifft bei *k* auf eine feste Platte,

Physik, Bd. 3, S. 132, sowie d'Aubuisson in den Annales des mines von 1828, Nr. 3 und 4. In jüngster Zeit hat Weisbach im 3. Bande seiner Ingenieur-Mechanik, S. 1182—1187 die Theorie dieses Gebläses sehr gut entwickelt, sowie endlich auf Rittinger's Aufsatz in der Zeitschrift für österreichisches Berg- und Hüttenwesen, 1856, Nr. 35, zu verweisen ist.

wodurch Luft und Wasser von einander getrennt werden, erstere den oberen Raum eines geschlossenen Kastens p einnimmt, während das Wasser unterhalb in einen Graben oder gemauerten Canal abfliesst. Die oberhalb im Kasten p angesammelte Luft, die eine der Fallhöhe entsprechende Pressung ausübt, sucht endlich durch die Röhre m einen Ausweg und wird schliesslich durch eine Düse n in einen Schmelzraum geblasen.

Leider ist das Güteverhältniss (der Wirkungsgrad) des Wassertrommelgebläses sehr gering, nach d'Aubuisson's Versuchen[1]) nur 0,10, nach Weisbach's Rechnungen (ohne Beachtung der passiven Widerstände) 0,1367[2]) und kann sogar nach Rittinger[3]) bis auf 0,05 herabsteigen.

Bei der Betrachtung des von Ktesibius angegebenen Pumpwerkes (S. 333) gelangt man unmittelbar zu der Frage, ob man diese Maschinen nicht auch schon zu jener Zeit für den Lufttransport als Bläser oder Sauger verwendbar machen konnte. Erfreulicher Weise lehrt die Geschichte, dass dies in der That der Fall gewesen ist und diese Maschine in entsprechend abgeänderter Weise bereits als Luftcompressionsmaschine, als Windlade beim Spielen der Orgel benutzt worden ist.

Die älteste zweifellose Nachricht hierüber findet sich in dem Buche Hero's von Alexandrien „Von Luft und Wasserkünsten". Dem Verfasser liegt eine von Carion besorgte Uebersetzung aus dem Lateinischen in das Deutsche vor[4]), woselbst Buch LXXVI die Ueberschrift trägt: „Ein Orgelwerk zu machen, das durch des Windes Blasen, den Ton der Pfeiffen hören lässt". In der beigefügten Skizze eines Orgelwerkes erkennt man zweifellos eine Compressions-Luftpumpe (Windlade), die offenbar mit (einer Art) Kolben und mit geeigneten Klappen (Ventilen) ausgestattet gewesen ist. Nachdem berichtet Vitruv im 10. Buche, 13. Capitel über Orgeln, wobei die Windladen (Bläser) nichts anderes als Luftcompressionspumpen mit Kolben in cylindrischen Stiefeln, mit Ventilen etc. sind. Perrault[5]) liefert von der Gebläsepumpe eine sehr schöne Abbildung. Weniger gut (verständlich) ist die Skizze, welche sich in der Rode'schen Uebersetzung des Vitruv'schen Werkes[6])

1) Traité d'hydraulique. Seconde édition, pag. 604.

2) Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 1187.

3) Oesterreich. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, Jahrg. 1856, Nr. 35.

4) Frankfurt a. M. 1688. Beiläufig gesagt, hebt der Uebersetzer hervor, dass Hero in der 165. Olympiade, also (777—4.165) 117 Jahre vor Christo gelebt habe.

5) Les dix livres d'architecture de Vitruve. Livre X, pag. 325.

6) 2. Bd., 10. Buch, 13. Capitel, Taf. XX, Fig. XV.

vorfindet [1]). Eine dritte Nachricht giebt Rich im Illustrirten Wörterbuche der römischen etc. Alterthümer, woselbst die beigefügte Orgel-Abbildung einer Münze des Kaisers Nero entnommen sein soll. Hiernach kann man die nach den hölzernen Blasebälgen folgenden sogenannten Kastengebläse, wobei der Pumpenstiefel viereckig und ebenso der luftdicht hineinpassende Kolben gestaltet war, füglich ganz unbeachtet lassen, weshalb auch hier nur auf die unten notirten Beschreibungen derselben verwiesen werden mag [2]).

Die Rückkehr zu den alten Orgelgebläsen (dem Principe nach) war es, was rechte Hülfe und jene colossalen Cylindergebläse schuf, welche den gewaltigsten Einfluss auf die Entwickelung der englischen Eisenindustrie übten, worauf bereits Bd. 2, S. 438 aufmerksam gemacht wurde.

Der um englisches Maschinenwesen sehr verdiente Ingenieur Smeaton (Seite 187, Note 1) war es, der sich zuerst um die Herstellung eines brauchbaren Maschinen-Eisengusses bemühte und demzufolge es auch gelang, bereits 1760 das erste aus vier gusseisernen Cylindern gebildete Hochofengebläse für das schottische Eisenwerk Carron in Gang zu bringen [3]), welchem Beispiele bald darauf die Colebrook Dale in Shropshire und andere Eisenwerke folgten. 1769 finden sich bereits Cylindergebläse welche im Stande sind, einem Hochofen 1500 Cubikfuss gepresste Luft pro Minute zuzuführen.

Ein englisches Hochofen-Cylindergebläse aus jener Zeit beschreibt und bespricht (für Deutschland zuerst) J. Baader nach einer 1796 in England und Schottland unternommenen Reise in der unten notirten Quelle [4]), diese Gebläse zugleich für Deutschland empfehlend, wo man (damals) noch ziemlich allgemein hölzerne Spitzbälge, hölzerne Kasten- oder höchstens hölzerne Cylindergebläse [5]) in Anwendung fand.

1) Auch Ewbank liefert a. a. O. S. 244 mit der Unterschrift: „Roman Piston Bellows" die Abbildung eines Cylinder-Gebläses, welches durch einen Arbeiter in Bewegung gesetzt und zum Spielen einer Orgel benutzt wird. Diese Abbildung soll einer 1567 in Venedig erschienenen Ausgabe des Vitruv entnommen sein.

2) Gerstner, Handbuch der Mechanik. Bd. 3, S. 427, Tafel 105. Karsten, Eisenhüttenkunde, Bd. 2, S. 509, Tafel VII.

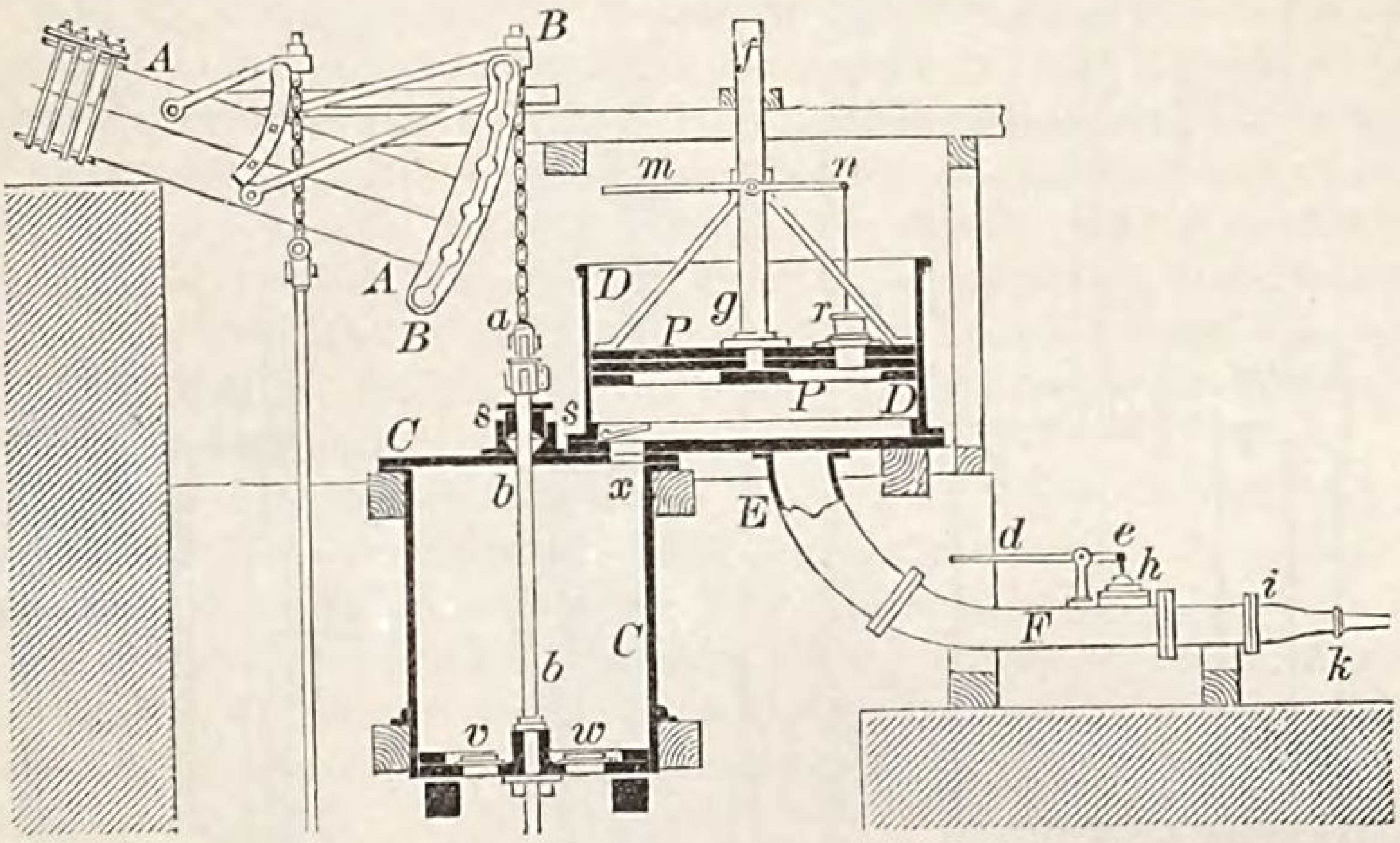
3) Farey, Treatise on the Steam Engine, pag. 273.

4) Beschreibung und Theorie des englischen Cylindergebläses. München 1805. Von Dr. J. Baader, kurpfalzbayerischer Rath, Berg-, Hütten- und Salinen-Director etc.

5) Baader berichtet (a. a. O. S. 1, Note) über in Schlesien mit hölzernen Cylindergebläsen gemachten Erfahrungen nur Uebeles!

Den Betrieb dieses in Fig. 454 skizzirten Gebläses besorgte entweder eine Newcomen'sche sogenannte atmosphärische Dampfmaschine (Bd. 1, S. 402), oder eine einfachwirkende Watt'sche (Bd. 1, S. 408), in beiden Fällen erklärt sich die Anordnung des Balanciers *A* mit dem sogenannten Krümmlinge *B*, der Gelenkkette *a*, woran die Stange *b* des Gebläskolbens aufgehangen ist. Der Deckel des gusseisernen Kolbencylinders *C* ist, wie bei den Watt'schen Dampfmaschinen, mit einer Stopfbüchse *s* ausgestattet, einen Boden besitzt der Cylinder nicht, d. h. das Gebläse (als Pumpe gedacht) ist ebenso einfachwirkend, wie die Betriebs-Dampfmaschinen.

Fig. 454.

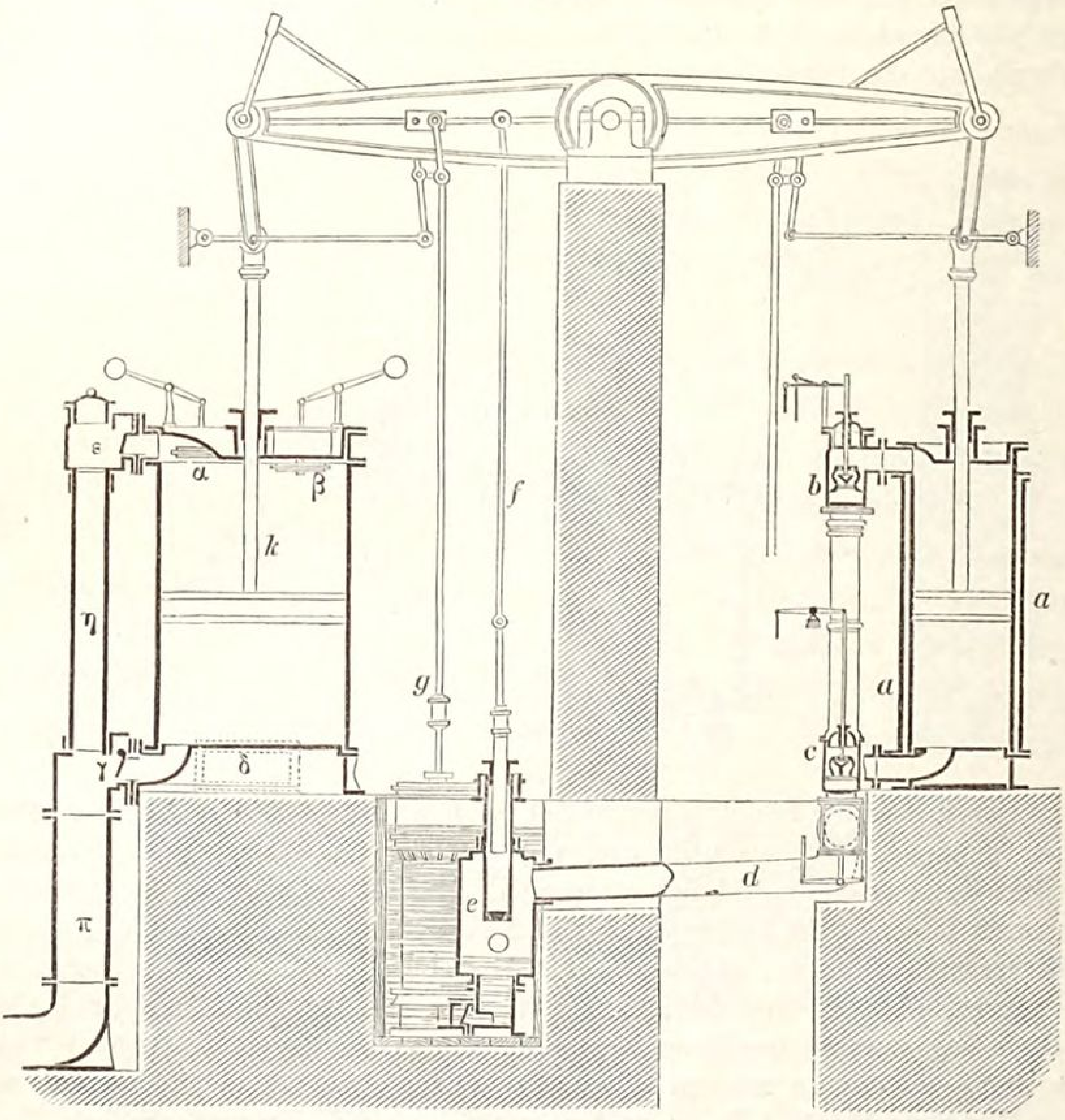


Der in tiefster Stellung gezeichnete Gebläsekolben besitzt zwei sich nach innen öffnende Klappenventile *vw*, welche sich beim Niedergange des zugehörigen Kolbens öffnen, folglich atmosphärische Luft in das Innere des Cylinders eintreten lassen, beim Aufgange aber sich schliessen, erst die dann abgesperrte Luft zusammendrücken, nachher aber bald das Deckelventil *x* aufschlagen und die gepresste Luft in einen Behälter *DD* treiben. Letzterer bildet mit dem Kolben *P* einen sogenannten trockenen Regulator, den man in England „Regulator with the flying piston" zu nennen pflegt und dessen Zweck kein anderer, als der eines Windkessels ist, d. h. er ist bestimmt, dann die unter den Kolben *P* getretene Luft durch die Düse *ikl* zu treiben, wenn der Gebläsekolben seinen Niedergang verrichtet. Der Regulatorkolben *P* ist naturgemäss ebenfalls mit einer geeigneten Liderung versehen, um im Cylinder *D* gehörig dicht auf- und absteigen zu können.

Damit der mit entsprechender Stange *g* und Führung *f* versehene Kolben *P* nicht zu hoch aufsteigt und nicht aus dem Cylinder *D* herausgeworfen wird, ist derselbe an einer Stelle durchbohrt und die betreffende Oeffnung mit einem Ventile *r* geschlossen. Letztere öffnet sich, sobald der Arm *m* eines Hebels *mn* oben an ein gehörig angebrachtes Hinderniss stösst, wodurch seine Ruhe unterbrochen, er niederwärts und folglich der andere Arm *n* aufwärts geführt, das Ventil *r* geöffnet und der gepressten Luft unter dem Kolben *P* der Austritt gestattet wird.

Diese einfachwirkenden Cylindergebläse wurden von 1807 ab durch doppeltwirkende ersetzt, bei denen man sich zugleich der ebenfalls doppeltwirkenden Watt'schen Balancier-Dampfmaschine ohne Schwungrad, also ohne Rotationsbewegung, als Motor bediente, so dass die ganze Gebläsmaschine recht eigentlich der „Cornwall-Wasserhaltungsmaschine" (S. 409) nachgebildet war

Fig. 455.



Ein derartiges Gebläse findet sich in dem wiederholt citirten Farey'schen Werke über die Dampfmaschine S. 723 beschrieben und dort auf Tafel XXV. abgebildet. Hier hat der Gebläsekolben schon 84 Zoll (engl.) Durchmesser und 8 Fuss Hub. Arbeitete eine derartige Maschine mit dem Maximum ihrer Leistung, d. h. mit 16 Hüben pro Minute, so konnte sie pro Minute 5700 Cubikfuss Luft von 17,7 Pfd. Druck pro Quadratzoll (also von 3 Pfd. Ueberdruck pro Quadratzoll) durch eine Düse von $2^1/_2$ Zoll Durchmesser treiben[1]).

1) Weiteres bei Farey (a. a. O.) pag. 727 ff. Ferner giebt recht gute Auskunft über diese ältesten Cylinder-Gebläse mit Balancier-Dampfmaschinen Ingenieur Schlick in seiner werthvollen Abhandlung „Ueber Gebläsmaschinen" in Glaser's Annalen etc. vom 15. September 1879, S. 197 etc. etc.

Später, wo man auch in England Ursache hatte, mit dem Brennmateriale sparsam umzugehen, ersetzte man ebenso, wie bei den Pumpen zum Wasserfördern (S. 361 und 363) die doppeltwirkenden Watt'schen Dampfmaschinen durch mit Hochdruck, hoher Expansion und mit Kataraktsteuerung versehene Cornwall-Dampfmaschinen, ohne jedoch rotirende Bewegungen einzuführen, so dass von Schwungrad und Zubehör keine Rede war.

Von derartigen aus England nach Deutschland seiner Zeit gekommenen Maschinen zeigt die Fig. 455 eine für das Hochofengebläse der Laurahütte in Oberschlesien bestimmte, welche der Mechaniker Grosse zu Gwinear bei Camborne in Cornwall lieferte[1]).

Die Dampfmaschine *aa* mit Ventil und Katarakt-Steuerung bedarf keiner Erörterung, da deren Anordnung in der Hauptsache mit früher in diesem Bande beschriebenen (namentlich mit S. 413 etc.) der Hauptsache nach übereinstimmt und der S. 362 Fig. 318 beschriebene Katarakt zu gegenwärtiger Maschine gehört (wie dort auch in der Note bemerkt dem gedachten Nottebohm'schen Werk entlehnt wurde). Wir ergänzen daher (in Bezug auf die Dampfmaschine) nur, dass der Durchmesser des Cylinders *a* 3 Fuss 9 Zoll (engl.), der Kolbenhub 9 Fuss beträgt und die bei $^1/_3$ Cylinderfüllung entwickelte Arbeit gleich 100 Maschinenpferden ist.

Die zum Dampfmaschinenbetriebe gehörigen Pumpen sind auf der entgegengesetzten (linken) Balancier-Hälfte aufgehangen, woran in unserer Abbildung *f* die Kesselspeisepumpe, und *g* die Luftpumpe ist, während die Kaltwasserpumpe mit *g* in derselben verticalen Ebene, normal zur Bildfläche unserer Fig. placirt und demnach unsichtbar ist. Der Condensator *e* steht mit dem untern Ventilgehäuse am Dampfcylinder durch ein weites Rohr *d* in Verbindung.

Der Gebläsecylinder *k* hat 85 Zoll Durchmesser und sein Kolben 9 Fuss (also mit dem Dampfkolben gleichen) Hub.

Die oberen Einsaugventile (Windklappen) $\alpha\beta$ befinden sich in dem vertieften gefässartigen Deckel und bestehen aus eisernen mit Leder gedichteten Scheiben, deren Stiele charnierartig mit Hebeln verbunden sind, an deren Enden sich Gewichte befinden, um ein möglichst schnelles Schliessen derselben zu veranlassen. Der Eintritt frischer atmosphärischer Luft in den Raum unterhalb des Kolbens *k* geschieht durch zu beiden Seiten des Cylinderbodens angebrachte Oeffnungen, deren Klappen δ nach innen aufschlagen. Die Ausströmungsventile ε und γ sind in besonderen Kästen oder Gehäusen angebracht, deren senkrechtstehende Röhren η mit einander verbunden sind. In der Ausführung sind vier Klappen ε, vier Röhren η und vier Klappen γ vorhanden. Das im Boden des unteren Klappengehäuses mündende 27 Zoll weite Rohr π führt die gepresste Luft in die ausserhalb des Gebäudes auf einer Säule befestigte, aus Eisenblechen zusammengenietete Regulatorkugel von 22 Fuss Durchmesser, von wo aus sie gleichmässig durch die Düsen in die Hoch- und Cupolo-Oefen strömt.

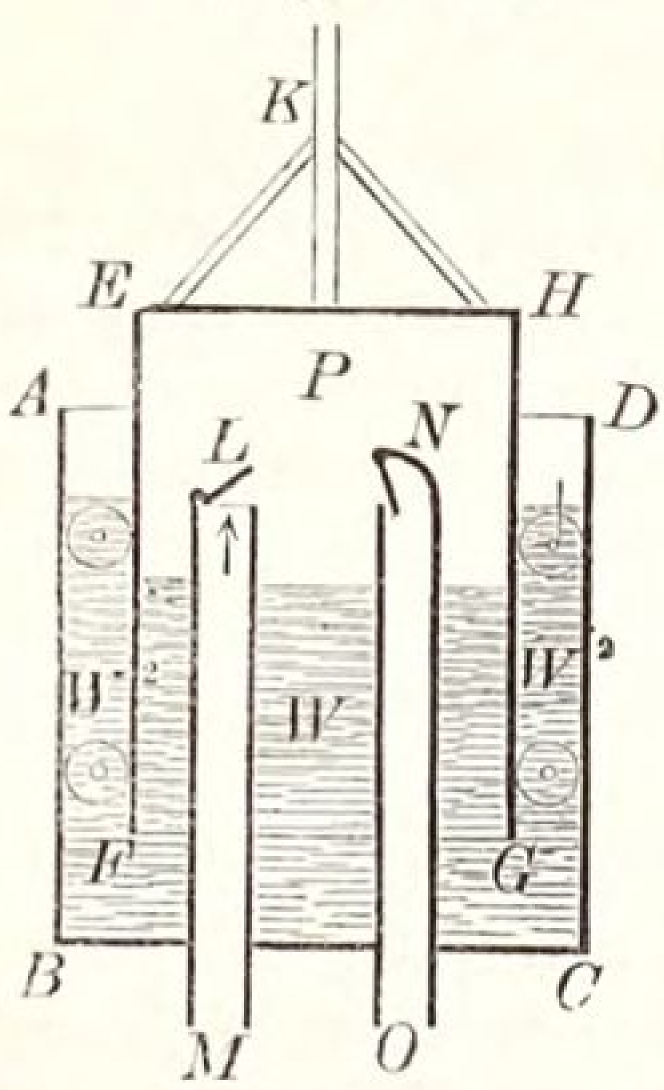
1) Ausführlich beschrieben und mit drei grossen Tafeln Abbildungen begleitet in Nottebohm's Sammlung von Zeichnungen einiger ausgeführten Dampfkessel und Dampfmaschinen etc. Berlin 1841, S. 35 ff., Blatt 21 bis mit 24.

Ueber das in bestimmter Zeit von der Maschine beschaffte Luftquantum über Leistung der Dampfkessel, Kohlenverbrauch etc. enthält unsere Quelle keine Angaben.

Wir müssen uns jetzt aus der bis zur Gegenwart hinreichenden Periode der Cylindergebläse noch einmal in die Mitte und an das Ende des vorigen Jahrhunderts versetzen, indem es sich noch um Erörterung eines Gebläses handelt, welches aus Spanien stammt und unter dem Namen „Glockengebläse“ bereits 1775 zu Châtel-Laudron in der Bretagne in Anwendung befindlich war [1]), in Deutschland aber erst von einem in Edinburg (Schottland) lebenden Deutschen Dr. Baader bekannt gemacht wurde, der es zugleich als seine Erfindung bezeichnete.

Dies Baader'sche Gebläse, was man wohl auch das mit Wasser geliederte Kasten- oder Cylindergebläse nennt, ist in Fig. 456 skizzirt und erklärt sich bei einiger Aufmerksamkeit fast von selbst. Es besteht dasselbe aus einem feststehenden Kasten (oder Cylinder) *ABCD* und einem unten offenen, auf- und niederbewegbaren, zweiten Kasten (oder einer Glocke) *EFGH*; ferner aus zwei durch den Boden des ersten Kastens gehenden Röhren *LM* und *NO*, von denen die erstgenannte mit einem sich nach aussen öffnenden Ventile *L*, die zweitgenannte aber mit einem Ventile *N* versehen ist, welches sich nach innen der Röhre *NO* öffnet. Uebrigens ist das erste Gefäss mit Wasser *W* gefüllt und es wird das zweite Gefäss (die Glocke) durch eine Stange *K* in demselben auf und nieder bewegt und dabei durch Seitenwalzen in seiner Richtung erhalten.

Fig. 456.



Beim Aufgange der Glocke öffnet sich *L* und es wird der zunehmende Gefässraum durch die nachströmende Luft angefüllt; beim Niedergange der Glocke dagegen wird erst die Luft im abgesperrten Raume *P* etwas zusammengedrückt, wobei dass äussere Wasser W^2 etwas höher zu stehen kommt, als das innere, sodann aber wird das Ventil *N* geöffnet und dadurch die gepresste Luft durch das Rohr nach ihrer Bestimmungsstelle geführt.

Der Gewinn, welcher hier durch sehr verminderte Kolbenreibung (eigentlich nur Wasserreibung der Glocke) entsteht, wird durch andere Mängel mehr oder weniger wieder aufgehoben. Hierher gehört zuerst, dass das ganze Gebläse nur für solche Fälle anwendbar ist, wo man Wind von sehr geringer Pressung bedarf [2]). Ferner lässt sich ein verhältnissmässig grosser schädlicher Raum,

1) Grignon, Mémoires de physique sur l'art de fabriquer le fer. Paris 1775, pag. 210, und hiernach in Karsten's Handbuch der Eisenhüttenkunde. Zweiter Theil. (Dritte Auflage.) Berlin 1841, S. 459.

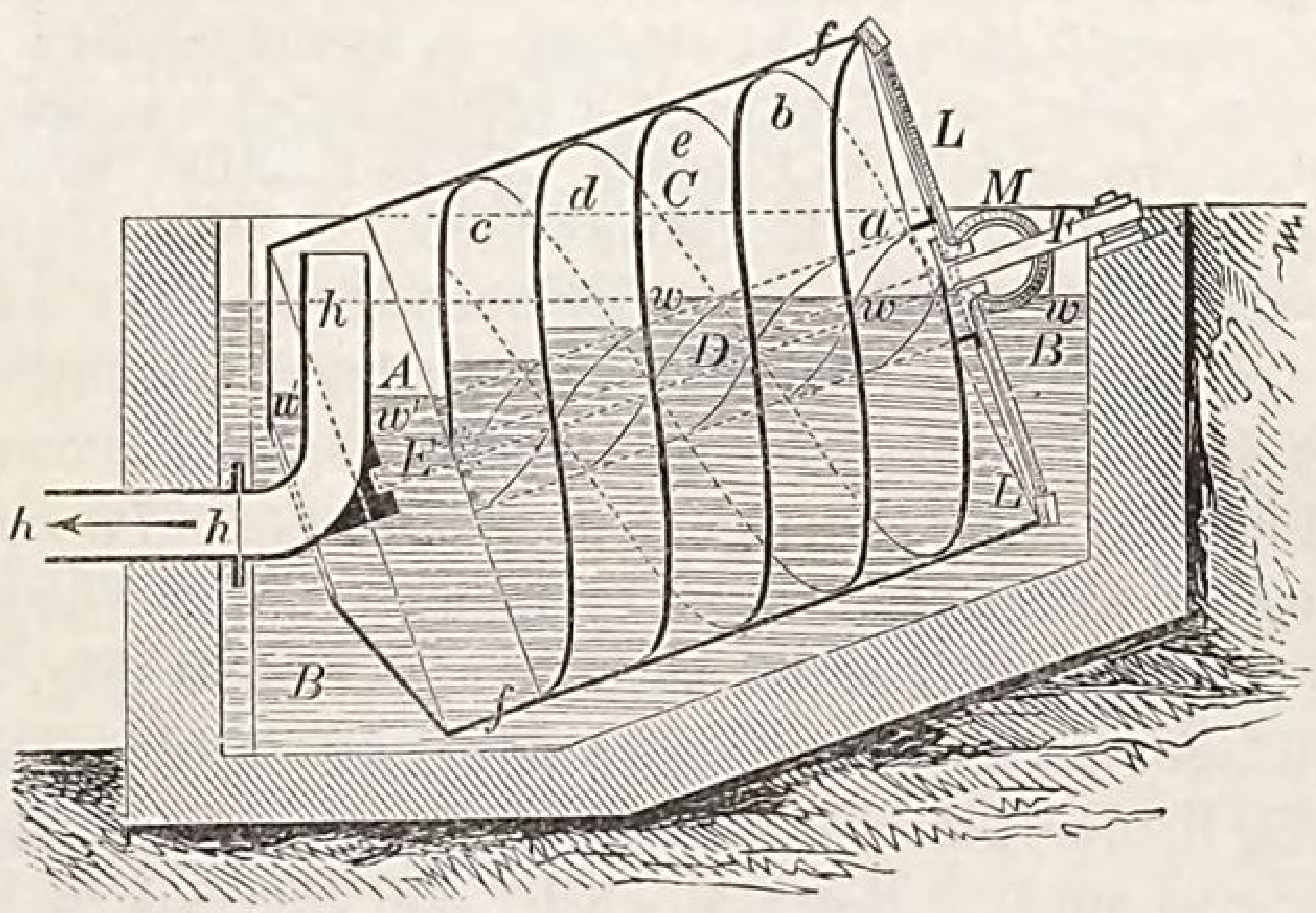
2) Als Sauger ist das Baader'sche oder Glocken-Gebläse viel brauchbarer und ist als solcher unter dem Namen des „Harzer Wettersatzes“ bekannt.

der mit verdichteter Luft ausgefüllt bleibt, nicht vermeiden und endlich macht das Verdampfen des Wassers WW^2 ein regelmässiges Nachsehen nothwendig.

Manche Freunde verschaffte sich das um das Jahr 1809 von dem Franzosen Cagniard-Latour zuerst angegebene Gebläse, welches man nach dessen Namen Cagniardelle nannte, während es richtiger, nach dem Principe, auf welches es sich gründet, Schraubengebläse (Vis d'Archimède employées comme machine soufflantes) und zwar Tonnenmühle (S. 330 und 524) oder Spiralgebläse heissen sollte; letzteres deshalb, weil es eigentlich als modificirte Wirz'sche Spiralpumpe (S. 344, Fig. 299) betrachtet werden kann[1]).

In der speciell Fig. 457 dargestellten Anordnung (von Köchlin in Mühlhausen im Elsass ausgeführt)[2]) besteht die Schraube aus vier in gleichen Abständen nebeneinander auf dem Kerne oder der Spindel *FDE* dicht aufge-

Fig. 457.



nieteten Gängen *bcd* und *e*, aus $1/8$ Zoll dickem Eisenbleche gebildet. Der cylindrische Mantel *ff*, ebenfalls aus solchem Eisenblech bestehend, reicht über die Enden der Schraubengänge *bcd* und *e* herab und ist an seinem unteren

1) Ausführlich wird das Schraubengebläse besprochen und zugleich theoretisch (mathematisch) behandelt von Schwammkrug im zweiten Bande S. 813 der Hülse'schen Maschinen-Encyklopädie. Hinsichtlich der Theorie dieses Gebläses ist auch auf Weisbach's Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 1166 und dritter Theil, zweite Abtheilung, zweite Auflage (1880), S. 1255 aufmerksam zu machen.

2) Weisbach hat in seiner Ingenier-Mechanik, Bd. 3, §. 451 und zweite Auflage, S. 1257—1260 recht augenfällig (mittelst gut ausgeführter Abbildungen) die Art und Weise veranschaulicht, wie die Luft in einer Cagniardelle fortgetrieben und zusammengedrückt wird, worauf wir hier diejenigen verweisen müssen, denen unsere kurze Darstellung nicht genügt.

Ende mit einem etwas conisch geformten Boden bis auf eine Oeffnung in der Mitte geschlossen. Durch letztere reicht das Rohr *h* der Windleitung in das Innere des Schraubenkörpers hinein, ohne dass dessen Umdrehung um die bei *E* und *F* gehörig gelagerte Welle gehindert wird. Das als Sperrflüssigkeit nothwendige Wasser *B* kann durch die vorgedachte Bodenöffnung mit dem Innern der Schraube frei communiciren.

Damit die in den schraubenförmigen Canälen enthaltene Luft allenthalben abgesperrt werde, ist es (wie bei der Wirz'schen Spiralpumpe) erforderlich, dass jeder Schraubengang bei jeder Umdrehung eine dem betreffenden Luftvolumen gleiche oder beinahe gleiche Menge Wasser schöpft. Dieser Bedingung wird aber entsprochen, wenn man den Spiegel des Wassers *BB* bis *ww*, d. h. bis zur Mitte der Mündungsweite eines jeden Schraubenganges reichen lässt. Während bei fortgesetzter Umdrehung dass Wasser durch die Bodenöffnung der Schraube immer wieder in den Hauptbehälter *BC* zurückfliesst, sammelt sich in der Windkammer *A* über dem erniedrigten Wasserspiegel *w'w'* gepresste Luft, welche schliesslich durch das Rohr *h* abgeführt wird.

Obwohl die Cagniardelle eines der vollkommensten Gebläse ist, da sie weder Ventile noch Liderung erfordert, keinen Windverlust hat und einen grossen Wirkungsgrad giebt, so ist sie doch zu kostspielig beim Anschaffen und Unterhalten, bedarf viel Platz zur Aufstellung, liefert feuchten Wind und dennoch keinen von erheblicher Pressung. Zur Zeit dürften nicht mehr viel Cagniardellen für Hüttenzwecke in Thätigkeit sein.

Aus dieser Zeit (1820) ist ferner noch Henschel's Kettengebläse[1]) (mit Wasserliderung) zu erwähnen, eigentlich nichts anders als ein in umgekehrter Richtung bewegtes Paternosterwerk (S. 560, Fig. 385 erste Auflage und S. 325, Fig. 277 zweite Auflage). Ebenso lassen sich das Tympanum u. a. Wasserschöpfräder (S. 556, Fig. 378 erste Auflage und S. 320, Fig. 268—271 zweite Auflage) als Gebläse verwenden und in der That treten solche auch in der Praxis als Waldhorn- oder Schöpfradgebläse etc. auf[2]). Eigenthümlich sind die zuerst 1820 im südlichen Frankreich vorgekommenen Tonnengebläse[3]). Letztere, ebenfalls zu den Gebläsen mit Wasserliderung gehörig, bestehen aus zwei oder mehreren neben einander gelagerten und um eine horizontale Achse oscillirenden Tonnen mit Scheidewänden in ihren Mitten, die jedoch nicht ganz herabreichen, so dass Wasser, womit diese Tonnen bis zur Hälfte ihres Fassungsraumes gefüllt sind, mit beiden Raumabtheilungen communiciren kann.

1) Studien des Göttinger Vereins bergmännischer Freunde, Bd. 1, S. 24. Ferner in Karsten's Eisenhüttenkunde, Bd. 2, §. 568.

2) Weisbach, Handbuch der Bergmaschinen-Mechanik. Zweiter Band. Leipzig 1835, S. 459. Ferner Polytechnisches Centralblatt, 1841, Bd. 2, pag. 878.

3) Karsten, Eisenhüttenkunde, Bd. 2, §. 571, und d'Aubuisson in Karsten's Archiv für Bergbau etc. IX, S. 435—451.

Die verticalen Endwände (Böden) sind mit geeigneten Ventilen ausgestattet. Bei der Oscillation der Tonnen tritt Wasser aus der einen in die andere Abtheilung, wodurch beziehungsweise abwechselnd ein Ansaugen und Auspressen von atmosphärischer Luft erfolgt.

Beachtenswerth, wenn auch viel zu complicirt, war das am Ende der 20er Jahre von Henschel ersonnene Wassersäulengebläse[1]), eine modificirte Combination von Heronsbällen und Höll'schen Luftsäulenmaschinen (S. 346, Fig. 302), in einer Menge eiserner, übereinander gestellter, als senkrechte Säule aufgebauter Gefässe bestehend, die durch Böden so von einander geschieden sind, dass oben einfallendes Wasser nicht unmittelbar durch alle gehen kann, sondern dass dasselbe, bei seinem stufenweisen Durchgange aus einem Cylinder in den anderen, die darin befindliche Luft durch eine dazu angebrachte Oeffnung austreibt und in eine Sammelröhre drückt, von wo aus die gepresste Luft ihrem Bestimmungsorte zufliesst. Mit wenigem Wasser producirt dies Gebläse verhältnissmässig viel Wind.

Wie bereits erwähnt, lassen sich fast alle Wasserförder-Maschinen durch geringe Umgestaltung und wenig veränderte Anordnung auch als Lufttransportmaschinen zum Blasen und Saugen benutzen, man darf sich daher nicht wundern, wenn man sowohl die mit Liderung (Dichtung) ausgestatteten Rotationspumpen des 17. Jahrhunderts (S. 338), als auch die ohne Dichtung arbeitenden Centrifugalpumpen des 18. Jahrhunderts (S. 341) für die gedachten Zwecke brauchbar zu machen suchte.

Nach Dr. Gerland's (in Cassel) Buche „Leibniz' und Huggens' Briefwechsel mit Papin" (1881, Seite 38, 40 etc.) wird in Agricola's „De Re Metallica" (Basileae, 1657), Lib. VI, pag. 162 erzählt, dass in Bergwerken Ventilatoren in Gebrauch gekommen sind, bei denen die Luft an einem Punkte des (inneren) Umfanges in radialer Richtung eintrat und an einem Punkte des (äusseren) Umfanges in nahezu tangentialer Richtung sie wieder verliess. Gerland liefert (a. a. O.) auch zwei Ab-

1) Pfort, Henschel's Wassersäulengebläse nach seiner ersten Ausführung bei der Eisenhütte zu Veckerhagen. Berlin 1833.

Auch Weisbach schenkt diesem interessanten, sinnreichen, aber unpraktischen Gebläse eine grosse Aufmerksamkeit im dritten Bande §. 454 erste Auflage und §. 212 der (von Hermann besorgten) zweiten Auflage.

bildungen von Centrifugalventilatoren die von Papin herrühren sollen.

Man sehe ferner auch Gerland's „Historische Notizen" in Wiedemann's (Poggendorff's) Annalen, Bd. VIII, S. 364 etc. — Ferner soll der Franzose Terral bereits im Jahre 1729 das Centrifugalgebläse (Ventilatorgebläse) empfohlen haben [1]), obwohl solches erst circa 100 Jahre später zur verdienten Anerkennung gelangte. Von wann ab die Rotationspumpen wieder als Gebläsemaschinen benutzt wurden, hat der Verfasser nicht derartig zu ermitteln vermocht, um eine Jahreszahl hierher setzen zu können.

Er schliesst daher die ältesten geschichtlichen Notizen über Lufttransportmaschinen mit dem Hinweis auf die Seite 383 (Fig. 348—350) nebeneinander gestellten Pumpen mit rotirenden Kolben von Roots und Behrens mit dem Bemerken, dass in der That alle drei gegenwärtig als Gebläse benutzt werden.

Die Gebläse der Gegenwart [2]).

§. 26.

Abgesehen von einigen besonderen Verwendungen, wozu der betreffenden Maschinen im vorigen Paragraphen hinlänglich ge-

1) Karmarsch, Geschichte der Technologie, S. 246. Karmarsch bemerkt zugleich ganz richtig, dass das Centrifugalgebläse wohl noch viel älter sein müsste, indem es bei den sogenannten Windfegen als Getreidereinigungs-Maschine seit undenklichen Zeiten benutzt werde.

2) Literatur (nur die vorzüglichsten neueren, mit guten Abbildungen ausgestatteten Werke):

Portefeuille de John Cockerill, Tome I (1855) bis Tome III (1876).

Publication industriel par Armengaud ainé. Tome VI., XII. und XIV.

Sammlungen von Zeichnungen für die Hütte. Jahrg. 1858, 1861, 1864.

Institution of mechanical engineers. Proceedings 1855, 1857 und 1871.

Engineering
The Engineer } fast in allen Bänden.

Percy-Wedding, Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde. Zweiter Band. Zweite Abtheilung. S. 40—64. Braunschweig 1868—1870.

Pernolet, „L'Air Comprimé". Paris 1876. Chapitre I: „Compresseurs a basse pression." Pag. 97—193. (Hier werden englische, amerikanische und continentale Gebläs-Maschinen beschrieben und abgebildet.)

dacht wurde (beispielsweise die Trombe, das Glockengebläse etc.), sind die jetzt beim Schmelzen und Erhitzen der Metalle in Anwendung befindlichen Blasmaschinen entweder Cylinder-Gebläse, oder Centrifugal-Gebläse, oder endlich Kapselräder-Gebläse.

I. Cylindergebläse.

Die Cylindergebläse der Gegenwart, von Wasserrädern oder Dampfmaschinen in Bewegung gesetzt, lassen sich in indirect wirkende (Balancier-) Maschinen und in direct wirkende eintheilen. Letztere kann man wieder in solche mit vertikalstehenden [1]), mit horizontalliegenden und in solche mit oscillirenden Cylindern [2]) unterscheiden [3]).

Die Balanciermaschinen werden jetzt überall als rotirende Maschinen, mit Krummzapfen, Lenkstange, Schwungrad etc. construirt. Von solchen mit doppelarmig gleicharmigen Balanciers dürfte hier (für unsere Zwecke) eine Abbildung überflüssig sein, sobald man sich in unserer Figur 455 die doppeltwirkende Betriebsdampfmaschine zur Rotationsbewegung (ähnlich wie bei den neueren Wasserversorgungsmaschinen der Städte etc., Fig. 367 ff.) angeordnet denkt [4]).

A. Riedler, Maschinenskizzen, vorzugsweise für Berg- und Hüttenwesen. Zweite Ausgabe, mit einem Atlas von 75 Tafeln. Wien 1878. Eine sehr schätzbare Arbeit, worin die Abbildungen auch für den Constructeur brauchbar sind.

J. Schlink, „Ueber Gebläsmaschinen". Versuch einer vergleichenden Zusammenstellung der gebräuchlichsten Gebläsmaschinen, Vorzüge und Nachtheile der verschiedenen Anordnungen etc. etc. Eine höchst fleissige Arbeit, welche die Entwickelung der Gebläsmaschine bis zum Jahre 1879, mit reichlicher Literatur (namentlich über Gebläsmaschinen der Engländer), enthält. Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen. 1879. V, S. 177 etc. etc.

Dürre, Anlage und Betrieb der Eisenhütten. Bd. I, S. 318. Leipzig, Baumgärtner's Buchhandlung, 1882.

1) Bei den direct wirkenden Maschinen steht entweder der Dampfcylinder über oder unter dem Gebläsecylinder.

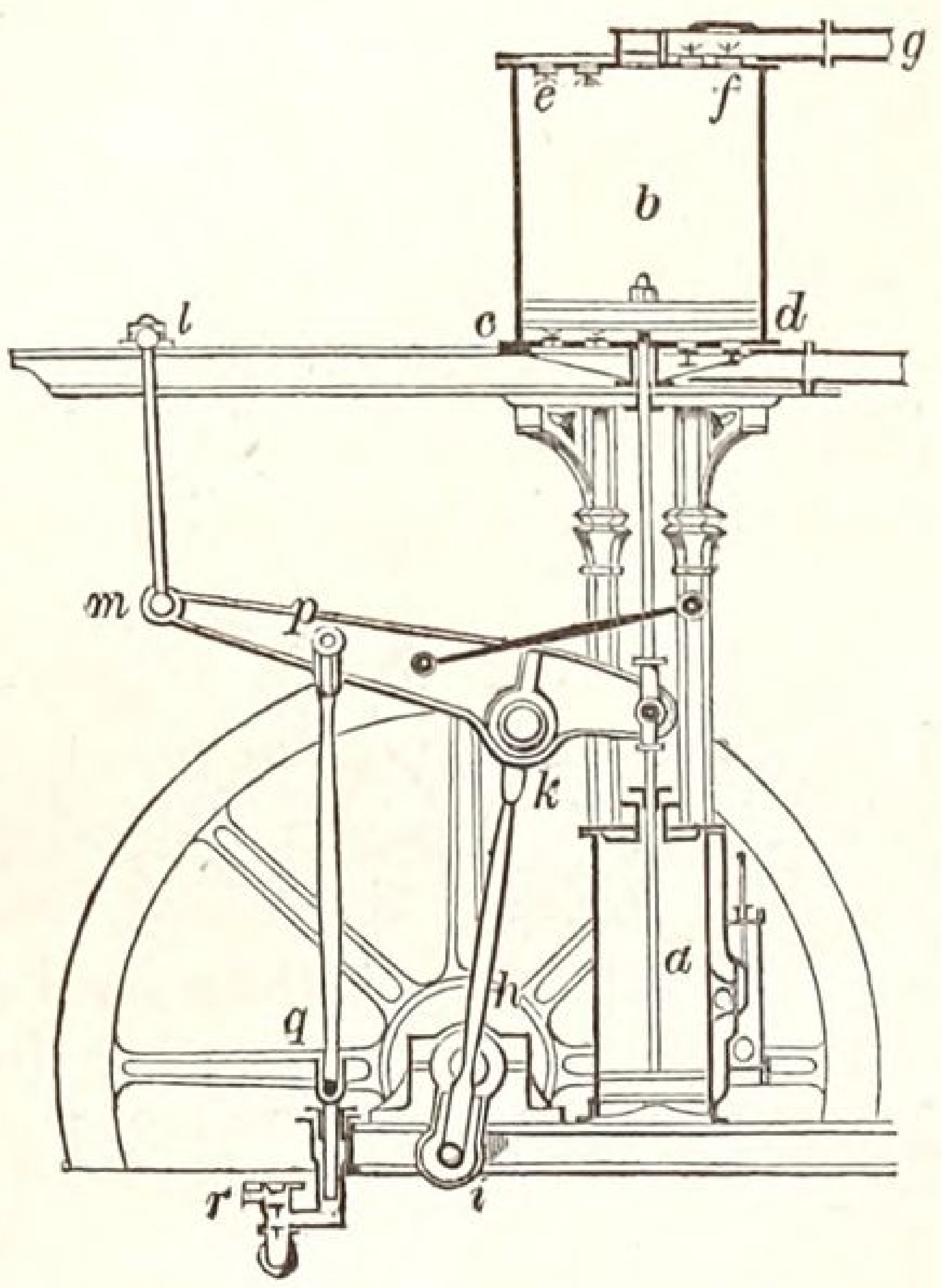
2) Ein durch ein Wasserrad getriebenes Werk mit oscillirenden Gebläsecylindern befindet sich u. A. zu Malapane in Oberschlesien, wovon die Percy-Wedding'sche Eisenhüttenkunde (a. a. O. S. 59) schöne Abbildungen enthält.

3) Ueber diese einzelnen Gebläse sehe man auch in v. Hauer's „Hüttenwesen-Maschinen" den Abschnitt „Cylindergebläse", zweite Auflage, Wien 1876. S. 56—203.

4) Von welchen bedeutenden Dimensionen, auch bereits auf dem Festlande von Europa, Gebläse mit doppelarmig gleicharmigem Balancier vorkommen, davon zeugen beispielsweise folgende zwei Fälle:

Dafür betrachten wir die neben skizzirte specielle Anordnung und Einrichtung eines direct wirkenden Dampfmaschinengebläses, Fig. 458, welches vor einigen Jahren von der Friedrich-Wilhelmshütte bei Sprottau in Schlesien für das Neustädter Hüttenwerk unweit Hannover construirt und ausgeführt wurde[1]).

Fig. 458.



Der Dampfmaschinen-Cylinder *a* hat 22 Zoll (0,575 m) Durchmesser und der Kolben 4 Fuss (1,256 m) Hub, während der Gebläsecylinder *b* 4 Fuss Durchmesser und der betreffende Kolben denselben Hub besitzt, wie der Dampfmaschinenkolben.

Der hier vorhandene sogenannte Evan'sche, einarmige Balancier *mpk* vermittelt sowohl die Geradführung der Dampfmaschinen und Gebläskolbenstange, als er auch die Bewegung unter Einschaltung von Lenker *k* und Krummzapfen *i* auf die Welle des Schwungrades *h* überträgt[2]) und die Bewegung der Speisepumpe *pqr* veranlasst. Es bedarf vielleicht der Bemerkung, dass der Balancier *mpk* aus zwei ganz gleichen, parallel nebeneinander befindlichen Theilen besteht, zwischen denen die betreffenden Stangenköpfe Platz finden.

a) Zur Wiener Weltausstellung von 1873 hatte die Märk'sche Maschinenfabrik zu Wetter a. d. Ruhr eine Gebläsemaschine mit rotirender Bewegung, Expansion und Condensation eingesandt, deren Gebläsecylinder 2,615 Meter Durchmesser und ihr Kolben 2,510 Meter Hub besass. (Abgebildet in Dr. Grothe's „Allgemeiner Polytechnischer Zeitung" vom 3. Jan. 1874, S. 10.)

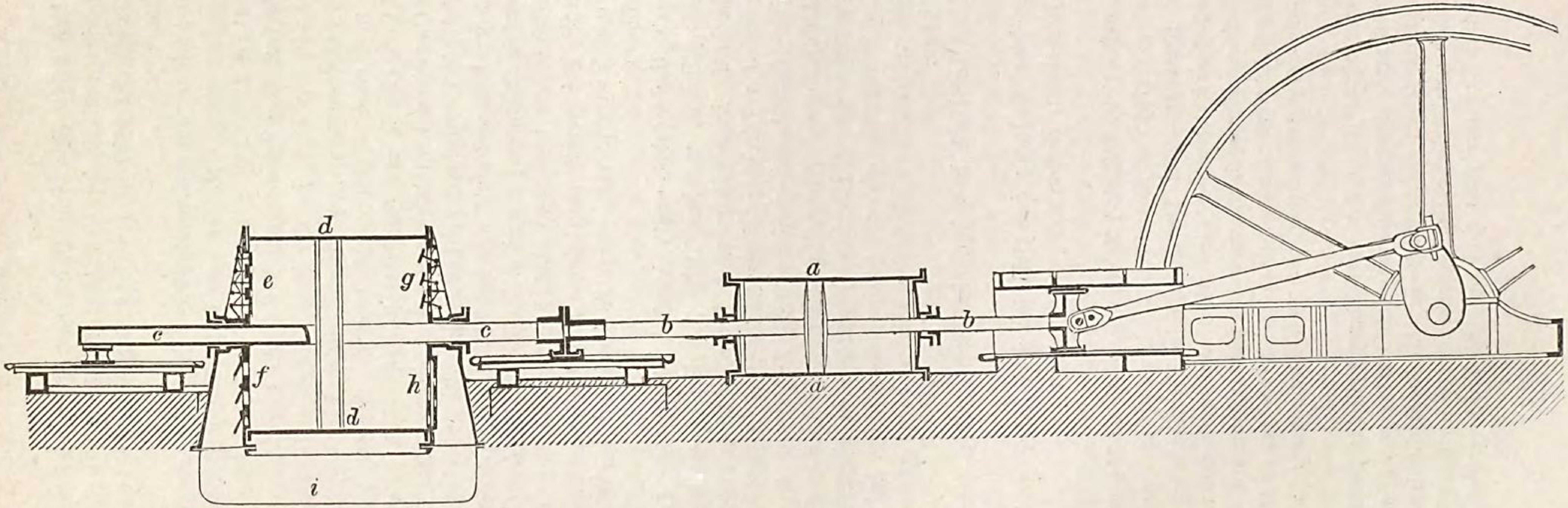
b) Prof. Gust. Schmidt in Prag berichtet (in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins von 1872, Heft IX) vom neuen Balancier-Gebläse zu Kladno, dass dessen Gebläsecylinder 2,845 Meter Durchmesser und ebensoviel Hub besass. Die factisch ausgeblasene Luftmenge sollte pro Minute 13 000 Wiener Cubikfuss oder 410 Cubikmeter betragen und zwar bei einer Windpressung von 150 Millimeter (Quecksilber-Manometer) oder von 0,20 Atmosphären Ueberdruck.

1) Ein ebenfalls durch Dampfmaschine direct betriebenes Gebläse von fast ganz gleicher Construction und Anordnung findet sich im vorher notirten Cockerill-schen Portefeuille, Pl. 65, pag. 433. — Werkzeichnungen des oben in Fig. 458 skizzirten Neustädter Hüttengebläses enthält die Sammlung von Zeichnungen für die Hütte, Jahrgang 1861. S. 36, Tafel 15 (k bis o).

2) Während die Kolbenstangen von *a* und *b* einen Hub von 4 Fuss machen, beträgt der Hub des Krummzapfens *i* nur 3 Fuss.

Ein mit der Gestellsäule verbundener Gegenlenker und ein um l als Drehachse oscillirendes pendelartiges Gehänge $l\,m$ dienen zur bereits erwähnten Geradführung der Kolbenstangen von a und b. Zu bemerken dürfte noch sein, dass die Einlassventile im Gebläsecylinder mit c und e, die Austrittsventile für die gepresste Luft aber mit d und f bezeichnet sind. Die deckenden Ventile sind hier kreisförmige Scheiben aus vulcanisirtem Gummi, deren Hub (oder Aufschlagen), durch eine bogenförmige Scheibe begrenzt wird, so dass die ganze Anordnung fast der gleicht, welche S. 373, Fig. 332 für die Ventile einer sogenannten Luftpumpe erörtert wurde[1]).

Fig. 459.



1) Leider giebt unsere Quelle (Notizen zur Sammlung von Zeichnungen für die Hütte, Jahrg. 1861, S. 36 ff.) gar keine Auskunft über die Leistung des Gebläses, über Windquantum und Pressung. Bemerkt wird nur, dass die Dampfmaschine mit einem Ueberdruck von 3 Atmosphären arbeitet. — Eine grosse Auswahl vertical gestellter Dampfmaschinen-Gebläse findet sich in dem vorverzeichneten Cockerill-schen Portefeuille und eine wahre Musterkarte (namentlich englischer Hochofengebläse) in der vortrefflichen Zusammenstellung der Schlink-schen Abhandlung S. 198—452, Bd. V, (1879), Bd. VI (1880), und Bd. VII (1880) unter der Ueberschrift: „Ueber Gebläsmaschinen“.

Die Fig. 459 zeigt eine von fünf fast ganz gleichen Dampfgebläsemaschinen mit horizontalliegenden Cylindern der Georgs-Marien-Eisenhütte bei Osnabrück, und zwar die 1870 in der Gräflich Stollberg'schen Maschinenfabrik zu Ilsenburg erbaute [1]).

Die mit Ventilsteuerung und verstellbarer Expansion ausgestattete Betriebsdampfmaschine *a* hat einen Cylinder von 1,334 Meter Durchmesser, während der des Gebläses *dd* 2,825 Meter beträgt. Der Hub beider Kolben ist gleich und zwar 2,20 Meter. Das Schwungrad hat einen Durchmesser von 9,42 Meter und ein Gewicht von 588 Ctr. In der Regel arbeitet die Maschine bei 20 bis 22 Umläufen des Schwungrades pro Minute mit $^3/_8$ Füllung, bei 45 bis 46 Pfd. Dampfspannung und einer Windpressung von $4^1/_2$ bis $4^3/_4$ Pfd. (also mit über $^1/_3$ Atmosphäre) Ueberdruck pro Quadratzoll. Die Kolbenstange *c* des Windcylinders ist aus Gusseisen hohl hergestellt und hat 14 Zoll (0,366 Meter) Durchmesser, bei $1^3/_4$ Zoll (45,76 Millimeter) Wanddicke; die Kolbenstange *b* des Dampfcylinders besteht aus Bessemerstahl und hat 7 Zoll (183 Millimeter) Durchmesser.

Die Saugventile (Klappen) *e* und *g* des Windcylinders (aus vulcanisirtem Kautschuk auf Gittereisen befestigt) sind leicht beweglich und öffnen einen grossen Querschnitt bei geringem Hube. Ein Gleiches lässt sich von den Druckventilen *f* und *h* sagen. Dass *i* der Abflusskanal des Windes ist, versteht sich wohl von selbst [2]).

Ein Drillings-Cylindergebläse mit ebenfalls direkt über den Dampfcylinder gestelltem Gebläsecylinder, welches 1875 für die neue Hochofenanlage der Friedrich-Wilhelmshütte in Mülheim a. d. Ruhr erbaut wurde, beschreibt und bespricht der technische Direktor dieser Hütte, H. Schlink, in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure (Bd. XX, 1876, S. 405) unter Beifügung schöner Abbildungen. Wir entlehnen diesem Artikel das Nachstehende.

Die Abmessungen dieser Maschine [3]) wurden so gewählt, dass für den Fall des zeitweisen Stillstandes einer Maschine, die andere, bei etwas rascherem Gange, die beiden vorhandenen Hochöfen mit nicht zu grossem Produktionsausfall bedienen kann.

Nach Direktor Schlink bestehen die Hauptvorzüge dieser Anordnung in Folgendem:

1. in senkrechter Stellung der Cylinder und daher geringer Abnutzung an Cylinder, Stopfbüchsen, Kolbenstangen etc. etc.;

1) Schöne ausführliche (Werk-) Zeichnungen dieser Maschinen finden sich im 18. Bande (Jahrg. 1872) der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für Hannover, Blatt 522—524. Der zugehörige Text befindet sich auf S. 32 ff.

2) Raum und Zweck gestatten hier nicht, auf mehrere werthvolle Details dieses schönen Gebläses einzugehen, weshalb wir auf unsere Quelle verweisen müssen, wobei erwähnt werden mag, dass im Texte (a. a. O. S. 33 und 34) namentlich 6 Vorzüge erörtert werden, die von besonderem Interesse für Constructeure sind.

3) Durchmesser eines jeden der drei Dampfcylinder beträgt 785 mm, der Gebläsecylinder 1648 mm, der gemeinsame Hub 1255 mm. Die Maximaldampfspannung ist $5^1/_2$ Atmosphären Ueberdruck, der Maximalwinddruck 310—320 mm Quecksilbersäule. Die gewöhnliche Umdrehzahl der Schwungräder ist 22 bis 24 pro Minute. Die drei Krummzapfen sind um 120 Grad versetzt.

2. in dem in sich geschlossenen Bau und der gänzlichen Unabhängigkeit von den Mauern des Maschinengebäudes;

3. in vollständig statischer Ausgleichung der beweglichen Theile ohne alle Gegengewichte;

4. in sehr gleichmässiger Windlieferung;

5. in geringer Raumbeanspruchung bei verhältnissmässig grosser Leistungsfähigkeit;

6. nicht übermässiger Schwere oder Grösse der einzelnen Theile, daher Handlichkeit bei vorkommenden Reparaturen;

7. sparsamem Dampfverbrauch, indem die gegenseitige Ergänzung der Cylinder hohe Expansionen gestattet[1]).

Erwähnt wird schliesslich noch, dass die Engländer, bei ihren neuen stehenden direkt wirkenden Gebläsemaschinen, den Dampfcylinder über den Gebläsecylinder stellen[2]), indem sie den oberen Deckel des letzteren als Fussplatte über den Dampfcylinder benutzen. Diese Anordnung ist offenbar bequem und verleiht den Maschinen ein sehr gefälliges Aussehen, hat aber den grossen Nachtheil sowohl der Unzugänglichkeit des Gebläsekolbens, als auch dass das im Dampfcylinder condensirte Wasser in den Gebläsecylinder rinnt.

Eine höchst zweckmässige, seit der Londoner Weltausstellung von 1862 (Lillehall Company)[3]) beliebt gewordene Balancier-Aufstellung für Cylindergebläse, lässt nachstehende Abbildung (Fig. 460) erkennen, welche den vortrefflichen Maschinenskizzen des Herrn Professor Riedler (jetzt an der technischen Hochschule in Aachen) Tafel (Skizze) Nr. 48 entlehnt (in unserer Quelle aber vollständiger gezeichnet) ist.

Während in früheren Zeiten meist beim Balancier das Watt'sche Parallelogramm zur Bewegungsübertragung verwendet wurde und das Schwungrad in der Regel zwischen Cylinder und Balancierlager Platz fand, woraus ein

1) Der Expansionsgrad der Dampfmaschine (zwei getrennte Schieber übereinander) wird in der Regel so gestellt, dass die Gase der Hochöfen für die Dampfkessel ausreichen, und nur ein oder zwei Kohlenfeuer zur Ausgleichung der unvermeidlichen Schwankungen in den Dampfspannungen im Betriebe gehalten werden.

2) Ein derartiges Gebläse beschreibt Rittinger in seinen „Erfahrungen" mit Beifügung guter Abbildungen Jahrgang 1861, Seite 10 (Text) und Tafel VIII unter dem Namen „Gebläse der Hütte Rhonitz".

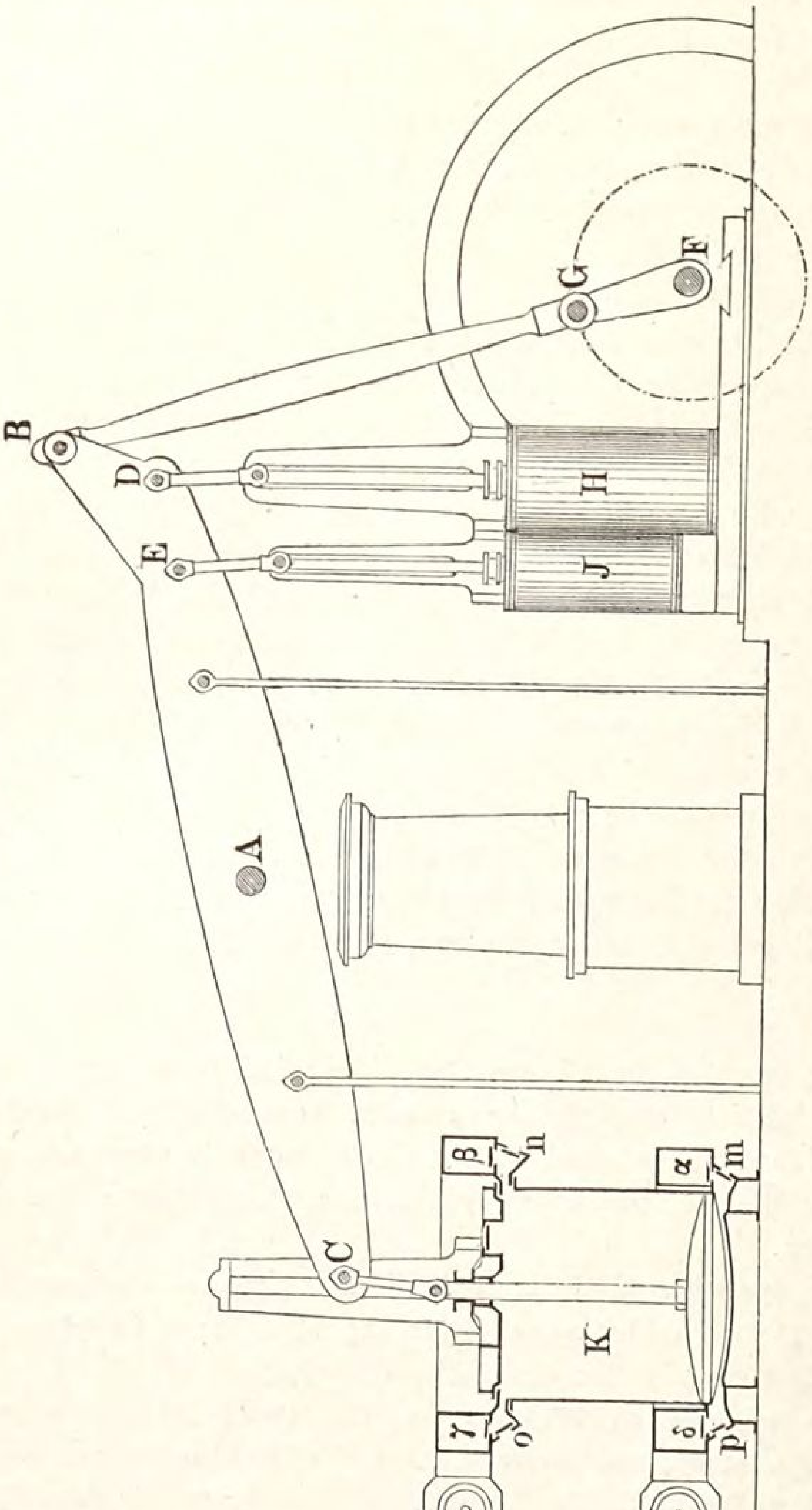
Ebenfalls Cylindergebläse, wobei der Dampfcylinder oben, der Gebläscylinder unten steht, bei sonst directer Verbindung beider Kolben, hat seiner Zeit F. A. Egells in Berlin für mehrere schlesische Hüttenwerke geliefert. Die Windklappeneinrichtung besteht dabei aus einer grossen Anzahl kleiner Kugelventile. Man sehe deshalb die vorerwähnte Schlink'sche Abhandlung S. 447.

Auch v. Hauer bespricht diese Anordnung in der zweiten Auflage seines Werkes „Die Hüttenwesen-Maschinen", S. 125 und S. 126 unter Anführung des Namens von Werken, wo diese Maschinengattungen arbeiten.

3) Man sehe hierüber auch Percy-Wedding's „Eisenhüttenkunde", Bd. II, 2. Abtheilung, S. 50 (Gebläse des Shelton-Eisenwerks) und S. 53 (Gebläse der Königshütte in Oberschlesien).

grosser Kurbelzapfendruck, Abnutzen und Warmlaufen des genannten Zapfens hervorging — werden diese Uebelstände vermieden, sobald man die Anordnung so trifft, wie unsere Skizze erkennen lässt. Hier ist der Balancier *ACD* durch ein sogenanntes Horn *DB* verlängert, die Lenkstange *BG* und die

Fig. 460.

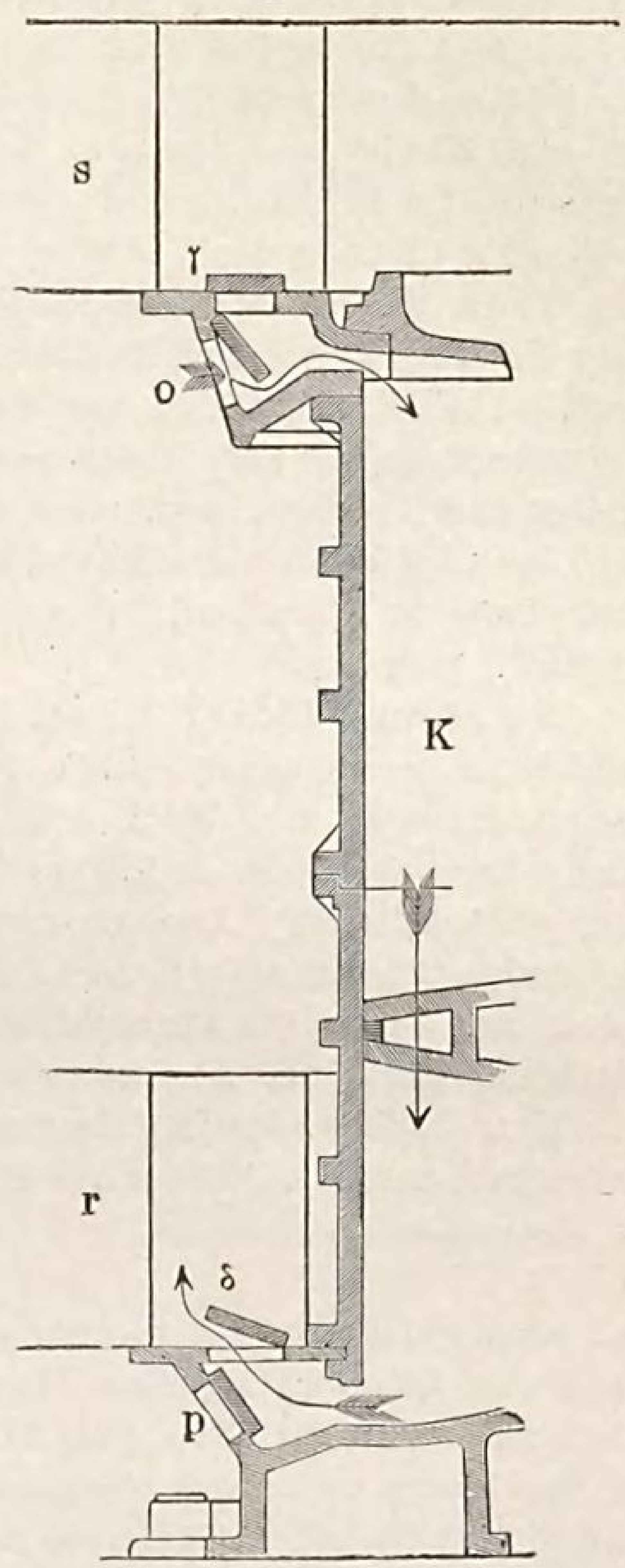


Krummzapfenwelle gegen die Balancierachse *A* nach auswärts verschoben, wodurch eine thunlichst grössere Lenkstange erhalten wird und die Schwungradwelle in genügendem Abstande von den Dampfcylindern aufgestellt werden kann [1]).

1) Speciell über die ganze Anordnung verbreitet sich v. Hauer in seinem guten Buche „Die Hüttenwesen-Maschinen“. Zweite Auflage (Leipzig

Ein Nachtheil dieser Disposition ist jedenfalls die Thatsache, dass der Dampfkolben mit einer andern Geschwindigkeit arbeitet, als der Gebläsekolben. Unsere Skizze gehört speziell einem von Sigl in Wien für die neuen Schwechater Hochöfen gebauten Balanciergebläse an[1]), wo die Cylinder der Woolf'schen Dampfmaschinen 1025 mm und 1475 mm Durchmesser und der kleine Kolben 2180 mm Hub, sowie der grosse Kolben 2844 mm Hub besitzen. Die Gebläsecylinder haben Kolben von 2844 mm Durchmesser und eben so viel Hub. Die Zahl der Schwungradumläufe beträgt pro Minute 12 bis 15.

Fig. 461.



Zum noch besseren Verständnisse unserer Skizze (für Anfänger) fügen wir hier (in vergrössertem Maassstabe bezeichnet) Fig. 461 bei, worin *K* den Gebläsecylinder bezeichnet, *o* und *p* die Einlassklappen der atmosphärischen Luft, δ und γ die Austrittsklappen des Windes und *r* und *s* die Leitkanäle des Windes sind.

Die Dampfcylinder werden von einer Daumenwelle aus, durch Ventile gesteuert. Von ähnlicher Construction ist das von der Prager Maschinenfabrik (früher Ruston & Co.) gebaute Gebläse, wovon Riedler ebenfalls (a. a. O., Skizze Nr. 49) eine schöne Abbildung liefert, während der (verstorbene) Professor Gustav Schmidt von der Prager, deutschen, technischen Hochschule ausführlicher über das ganze Gebläsewerk berichtet und zwar unter Anstellung sorgfältiger Versuche[2]).

Seit Ende der 50er Jahre, wo eine eigenthümliche Gussstahlbereitung von Henry Bessemer in Sheffield in's Leben gerufen wurde[3]), war man genöthigt Cylindergebläse für 4 bis 8, ja bis 10 mal so grosse Windpressungen

1876), Seite 122 unter der Ueberschrift „Schwungrad ausserhalb des Dampfcylinders".

1) Speciellere Zeichnungen als Riedler liefert von diesen Gebläsen Uhland in seinem „Maschinen-Constructeur", Jahrg. 1873, Tafel 41.

2) Zeitschrift des österr. Architekten- und Ingenieur-Vereins, XXIV. Jahrgang (1872), S. 263 unter der Ueberschrift „Das neue Balanciergebläse in Kladno". Leider fehlen hierbei Abbildungen, die sich jedoch bei Riedler (a. a. O. Skizze 49) vollständig vorfinden.

3) Das Bessemer Verfahren besteht (bekanntlich) darin, die atmosphärische

($\frac{1}{2}$ bis 2 Atmosphären) in Anwendung zu bringen, als dies bei gewöhnlichen Eisenschmelzöfen der Fall ist, wo eine Pressung von kaum 0,20 m Quecksilbersäule (höchstens $\frac{1}{4}$ Atmosphäre) erforderlich wird[1].

Für derartige Maschinen hat man geradezu den Namen „Bessemergebläse" eingeführt, ohne dabei mehr als Detail-Constructionsänderungen als Neuheiten vorzunehmen[2]. Grössere Abbildungen solcher Gebläse liefert wieder Riedler in den bereits wiederholt genannten Maschinenskizzen (insbesondere von österr. Bessemerwerken Skizzen Nr. 51, 52 und 53, beziehungsweise in Neuberg, Kladno und Prevali). Von der Bessemeranlage der Königshütte (in Schlesien), die 1875 in Betrieb gesetzt wurde, finden sich grössere Zeichnungen in Glaser's Annalen der Gewerbe, Jahrg. 1879, S. 396 Tafel CXIX und CXX.

Zweck und Umfang unseres Buches verhindern ein näheres Eingehen auf diese für Maschinen- und Hütteningenieure interessanten und meist wichtigen speziellen Muster, weshalb wir dem strebsamen Anfänger das Selbststudium der angegebenen Quellen überlassen müssen, hier jedoch, gleichsam als Schluss unserer Erörterungen, noch eines von A. Riedler entworfenen Bessemergebläses mit horizontalliegenden Cylindern für das Stahlwerk Heft (bei Hüttenberg in Kärnthen), der Oesterreichisch-Alpinen Montan-Gesellschaft gehörig[3], gedenken.

Die Herrn Riedler bei der Ausarbeitung seiner Pläne vorgeschriebenen, besonderen Bedingungen waren folgende[4]: Das Gebläse sollte (bei einer Dampfspannung von 5 bis 6 Atmosphären Ueberdruck in den Dampfkesseln) normal 150 Cubikmeter Luft (pro Minute) ansaugen und normal auf 2 Atmosphären höchstens $2\frac{1}{2}$ Atmosphären pressen. Die Antriebsdampfmaschine sollte mit geringstem Dampfverbrauch und mit Condensation arbeiten, ferner im Stande sein, bei $1\frac{1}{2}$ Atmosphären Windpressung, auch ohne Condensation, jedoch mit Hoch- und Niederdruckwirkung etc. etc. arbeiten zu können.

Dem Kolben der Hochdruckmaschine gab Riedler 895 mm, dem der Niederdruckmaschine 1260 mm Durchmesser, während die zwei Gebläsekolben

Luft als Oxydationsmittel zu gebrauchen und zwar auf dem Wege, dass man eine grosse Quantität Roheisen (60 bis 200 Ctr.) aus dem Schmelzofen in ein feuerfestes Gefäss aus Thon (die Birne genannt) ablässt und darin kurze Zeit der Einwirkung zahlreicher einzelner Ströme atmosphärischer Luft unterwirft, die man mittelst Cylindergebläse vom Boden aus durch die flüssige Eisenmasse hindurch presst. Beschreibungen und grosse Abbildungen liefert namentlich „Die Hütte", Jahrg. 1881, Tafel 10a bis 10l.

1) Die für grössere Pressungen und kleinere Düsendurchmesser (bei den Bessemergebläsen) erforderlichen Windmengen lassen sich u. A. aus v. Hauer's berechneten Tabellen entnehmen.

2) Man sehe besonders Pernolet (a. a. O.), pag. 177—192 unter der Ueberschrift: „Machines soufflantes pour convertisseurs Bessemer". Ferner ist zu beachten Riedler, a. a. O. „Bessemer Gebläse", S. 36 etc. etc.

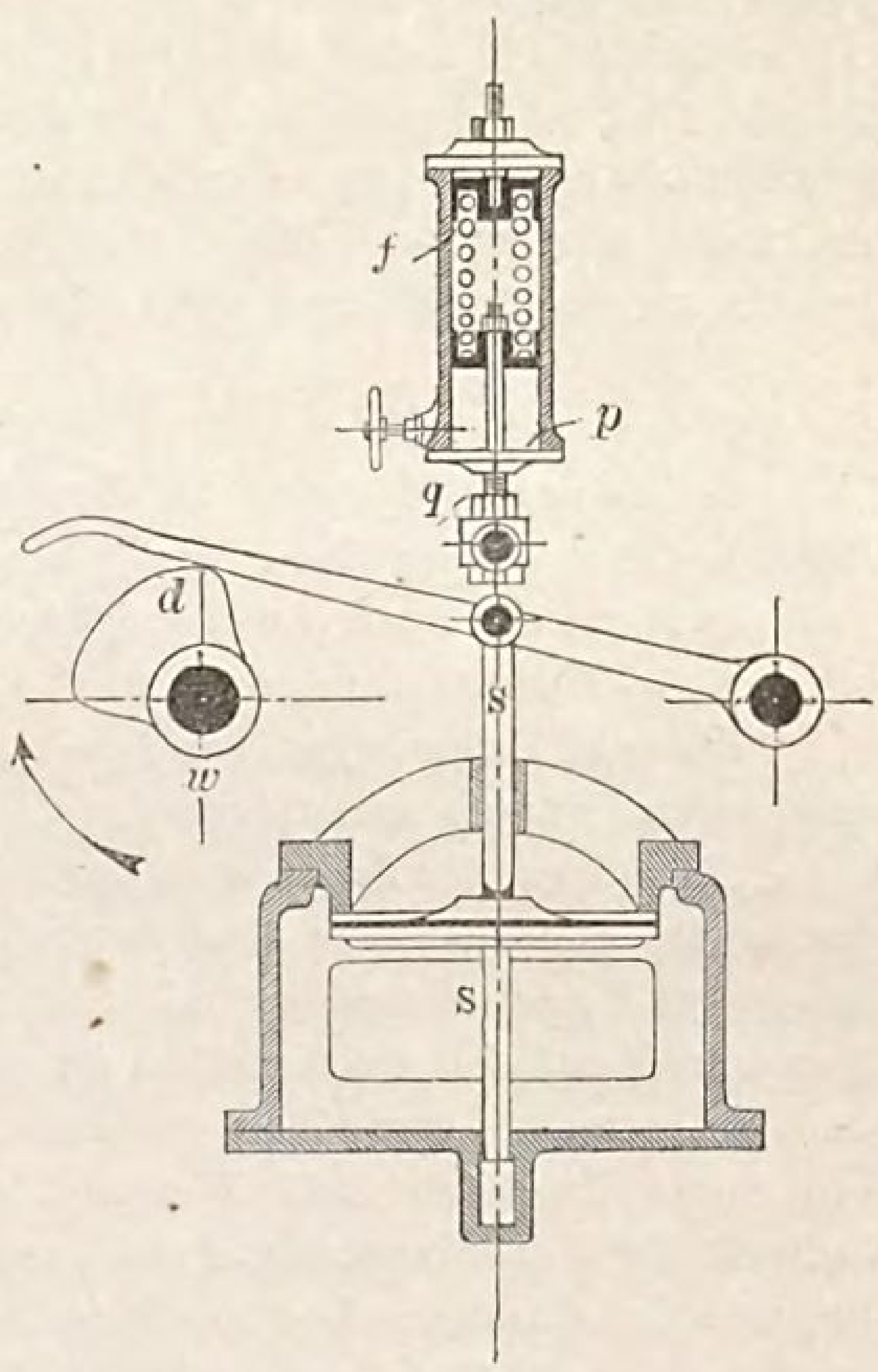
3) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Jahrg. 1884, S. 2 etc. mit vier Tafeln Abbildungen sowie zahlreichen Holzschnitten im Texte.

4) Die Ausführung des ganzen Maschinenwerkes geschah von der Maschinenfabrik Breitfeld & Danek in Prag.

jeder 1050 mm Durchmesser erhielten, die Hub-(Schub)grössen aber, für alle vier Kolben gleich, nämlich 1500 mm genommen wurden. Die normale Umlaufzahl der Schwungradwelle betrug 20 pro Minute.

Unter den vielen Detaileigenthümlichkeiten des Hefter Gebläsewerkes, wie die Rundschieber für den Dampfeinlass bei den Hochdruckcylindern, den aus 32 engen Röhren gebildeten Receivern zwischen Hoch- und Niederdruckcylindern u. d. m., ist für unsere Zwecke ganz besonders auf die Eigenthümlichkeit aufmerksam zu machen, dass die Gebläseventile mit gezwungener (gesteuerter) Schlussbewegung[1]) und mit selbstthätiger Eröffnung und Dichtung ausgestattet sind.

Fig. 462.



Riedler will durch die in der unten verzeichneten Patentnummer angegebene Construction Fig. 462 eine vollständige und rasche Eröffnung (auf vollen Hub) gewöhnlicher einsitziger Saugventile dadurch erreichen[2]), dass diese Ventile durch Spindeln *ss* parallel zum Sitze geführt werden und dass durch Entlastungsfedern *ff*, welche an diese Spindeln angreifen, das Eigengewicht der Ventile und die Nebenhindernisse bei der Ventilbewegung ausgeglichen sind, so dass sich die Ventile sofort beim Beginn des Hub- oder Druckwechsels auf die ganze Höhe öffnen können. Die Buffer *pp* in den Federgehäusen verhindern das Anschlagen der Ventile am Ende der Eröffnung.

Die auf solche Weise vollständig geöffneten Ventile werden kurz vor Ende des Hubes mit Hülfe der Ventilspindeln *ss* von einer umlaufenden Welle *w* aus mittelst unrunden Scheiben (Daumen) theilweis geschlossen, jedoch derart, dass die Ventile unmittelbar beim Hubwechsel sich noch in geringer, genau regulirbarer Entfernung vom Ventilsitze befinden, also im Augenblicke des Hubwechsels sowie unmittelbar vor und nachher frei und selbstthätig wie ungesteuerte Ventile von geringem Hube spielen können, dass also auch der wirkliche Schluss der Ventile und ihre Abdichtung selbstthätig erfolgt.

Zur Regulirung dieses freien selbstthätigen Hubes sind die Ventilspindeln bei *q* durch Schrauben stellbar eingerichtet.

1) Deutsches Reichspatent Nr. 24849 (vom 10. Juni 1863) ertheilt Alois Riedler in München.

2) Die Detail-Ausführungen dieser gesteuerten Ventile auf Tafel II der Riedler'schen Zeichnungen sind von der Art, dass es der Verfasser (für das erste Studium der Construction) vorzog, hier die Zeichnungen des Reichspatentes zu benützen.

Jedenfalls ist zu wünschen, dass sich diese zwangsläufigen Ventile in jeder Hinsicht so bewähren, wie es die gute Absicht erfordert und Herr Riedler für seine Bemühungen verdient.

Der Verfasser hält es für Pflicht, hier nochmals auf die höchst fleissige, werthvolle Abhandlung[1]) des technischen Direktors der Friedrich-Wilhelmshütte in Mülheim a. d. Ruhr, Herrn Schlink, hinzuweisen, worin über 300 Gebläsemaschinen der verschiedensten Gattungen und Constructionsformen, anerkannter englischer, amerikanischer, deutscher, französischer und belgischer Maschinenfabriken besprochen, durch Abbildungen erläutert und schliesslich durch Beifügung der Hauptdimensionen zu einer für Geschichte und rationelle Technik gleich werthvollen Sammlung an einander gereiht werden.

Im Bande VI der Glaser'schen Annalen (Januar bis Juni, 1880) wird von S. 573 schliesslich noch die Streitfrage, ob Gebläsen mit stehenden (vertikalen) oder liegenden (horizontalen) Cylindern der Vorzug zu geben ist, kurz erörtert und dahin erledigt, dass dies eine sehr alte Frage sei, die jedoch wahrscheinlich eine stets offene und unerledigte bleiben werde[2]).

1) Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen. Jahrgang 1879 und 1880, beziehungsweise Band V, VI und VII.

2) Man sehe auch die Vergleiche der direct wirkenden und Balancier-Maschinen für Wasserhaltungszwecke, S. 470, Note 3.

Die auf Erfahrungen beruhenden Schlink'schen Erörterungen der nicht unwichtigen Fragen sind folgende:

„Nachdem man Jahre lang nur Balanciermaschinen kannte und baute, wurde der Uebergang zu den liegenden Maschinen als grosser Fortschritt gepriesen und gewissermaassen mit Recht, denn die unmittelbare Uebertragung der Dampfkraft auf den Gebläskolben ist unter allen Umständen eine Vereinfachung und Verbesserung gegenüber den Balanciermaschinen gewesen. Hierzu trat die bequemere Uebersicht und Wartung, sowie auch etwas billigere Beschaffungskosten. Bald aber verdrängte die stehende, directwirkende Maschine die liegende in einzelnen Ländern beinahe gänzlich, während sie in anderen ihr wenigstens stark Concurrenz machte.

Die stark betonte Raumersparniss der stehenden mag bei beengten Localverhältnissen ein Vorzug sein, bei Neuanlagen oder minder beschränktem Platz tritt dieser Umstand in den Hintergrund. Die bequeme Uebersicht und Zugänglichkeit kann Niemand den liegenden Maschinen absprechen, ebensowenig aber leugnen, dass einseitige Abnutzungen von Cylindern und Kolben möglich und auch thatsächlich vorgekommen sind. Die Mittel, um sich dieses Uebelstandes zu erwehren, z. B. dicke und hohle Kolbenstangen, breite und grosse Schlittenführungen u. s. w. sind keine Annehmlichkeiten weder im Bau noch im Betriebe, und behauptet die stehende Anordnung sicherlich einen Vorzug in dieser Beziehung, weil sie keiner jener constructiven Vorsichtsmaassregeln bedarf. Die Schwierigkeit, die Abnutzung zu verhüten, wächst mit den Abmessungen der Maschinen namentlich im Gebläsecylinder und Hub. Bei mittleren Dimensionen und guter Ausführung ist die Gefahr eines einseitigen Verschleisses gering und arbeiten liegende Maschinen seit Jahrzehnten zur vollsten Zufriedenheit ihrer Besitzer. Wir möchten als Grenzen für liegende Maschinen etwa 2,2 m Gebläs-

Um der beliebten Sucht willen, die Gebläsekolben mit fast übertrieben grosser Geschwindigkeit arbeiten lassen zu können, wozu man Klappenventile für unbrauchbar hält, hat man seit 1855 angefangen, die Ventile ganz zu entfernen und sie durch Schieber von mehr oder weniger ähnlicher Art zu ersetzen, wie sie zur Regulirung des Aus- und Einströmens des Dampfes bei Dampfmaschinen angewandt werden.

Fig. 463.

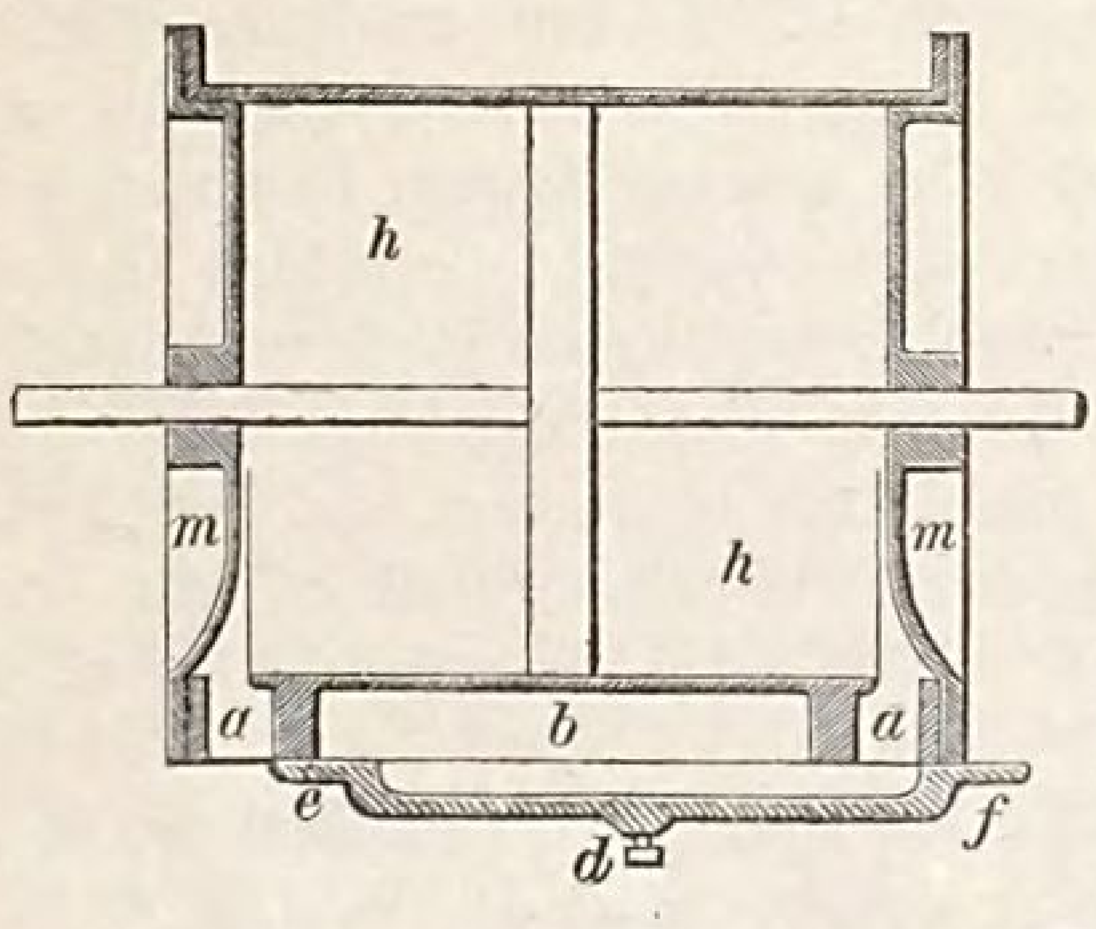
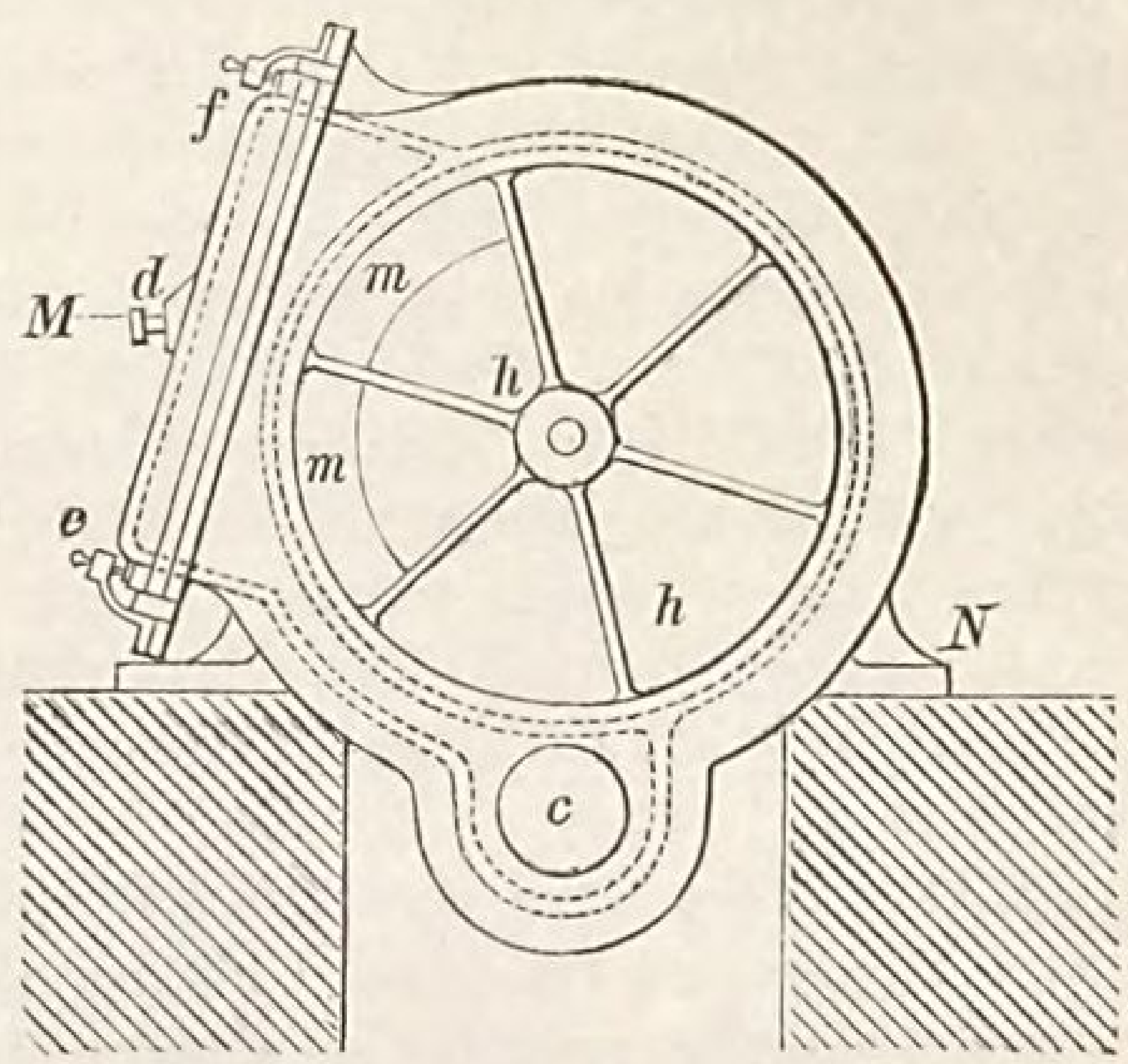


Fig. 464.



Nachfolgende Fig. 463 und 464 zeigen ein von den Pariser Mechanikern Thomas & Laurent 1855 zur internationalen Pariser Ausstellung gesandtes Schiebergebläse mit horizontalliegenden Cylindern, wovon sich in dem unten citirten Werke schöne Zeichnungen vorfinden [1]).

Aus der Skizze erhellt, dass der Schieber *ef* seitwärts und etwas gegen den Horizont geneigt am Cylinder *h* angebracht, sowie auch bedeutend grösser

cylinderdurchmesser und 2 m Hub empfehlen. Eine Zwillingsmaschine von solchen Dimensionen liefert eine grosse Windmenge, kann erheblich expandiren und lässt sich ohne extreme Detailsconstructionen gut und sicher ausführen. Das Heil liegt selten in einem einzigen Normalmuster, sondern richtet sich nach den vorliegenden Umständen. Man kann ein warmer Verehrer des stehenden Systems sein, ohne gleichzeitig das liegende grundsätzlich zu verdammen. Keineswegs hat die Erfahrung bereits ein endgültiges, unanfechtbares Urtheil gesprochen. (Im Bd. VII, 1880, Seite 7 derselben Annalen verzeichnet der tüchtige Director der Friedrich-Wilhelms-Hütte noch seine Ansichten über die Wahl des Systemes für Bessemergebläsmaschinen, worauf wir verweisen müssen.)

Man sehe auch Professor Riedler's Gründe, weshalb er bei der S. 568 besprochenen Bessemergebläsmaschine zu Heft in Kärnthen die liegende Aufstellung des Gebläses für nothwendig erachtete, in der Zeitschr. des Ver. deutscher Ingenieure, Jahrg. 1884, S. 2.

1) Armengaud, Publ. industr., T. 8 (1853), Pg. 231, Pl. 16. Ueber ein anderes ähnliches Schiebergebläse, ebenfalls 1855 auf derselben Ausstellung von Derosne & Cail in Paris producirt, berichtet Rittinger in seinen „Mittheilungen über die Maschinen der Pariser Ausstellung von 1855“, S. 77.

als der Schieber einer Dampfmaschine ist, jedoch mit keinem Gehäuse bedeckt zu sein braucht, weil der Cylinder mit Luft aus der Atmosphäre gespeist wird. Fig. 463 stellt den Cylinder sammt Schieber im Durchschnitt vor und zwar nach der Richtung *MN* von Fig. 464 genommen. Dabei sind *aa* die beiden schlitzförmigen Saugöffnungen von 75 bis 90 Millimeter Breite und einer Länge, die etwas geringer ist als der innere Durchmesser des Cylinders *h*. Der mit *b* bezeichnete Blaseraum bleibt von dem Schieber stets bedeckt und communicirt mit einem Gehäuse *c* (Fig. 464), welches unten an den Cylinder gegossen ist und woran sich weiter die Windleitung anschliesst.

Von aussen wird der Schieber gegen die Gleitflächen sanft angedrückt. An dem Schieber befindet sich die Warze *d*, durch welche derselbe von der Excentrikstange hin- und herbewegt wird. Um den schädlichen Raum zu beschränken, hat man die Saugöffnungen nach innen verengt, die beiden Deckel etwas in den Cylinder hineinreichen lassen und in der Gegend der Saugöffnungen bei *m* etwas ausgebaucht[1]). Seit 1855 hat man diese Schiebergebläse fortwährend zu verbessern gesucht[2]), sogar solche, mit rotirenden Schiebern (wie u. A. Fossey)[3]) angeordnet, ohne völlig damit zufriedengestellt zu sein, wie sehr in einzelnen Fällen damit erlangte Resultate auch hervorgehoben werden mögen[4]).

Der rasche Gang der Bessemergebläse war anfänglich Veranlassung, dass man insbesondere bei dieser Gebläsegattung Schieber statt der Ventile in Anwendung brachte (worüber namentlich Schlink in seinen vorher empfohlenen Abhandlungen über Gebläsemaschinen berichtet, speciell in Bd. VII, S. 10 der Glaser'schen Annalen), da man mit Kolbengeschwindigkeiten von 2 Meter und mehr pro Secunde arbeitete.

Zuweilen ersetzte man die flachen (Muschelschieber) auch durch Kolbenschieber von der Anordnung ähnlich Fig. 384 und 385, von denen Schlink (a. a. O. Bd. VI, S. 426 und Bd. VII, S. 94 [unter Beifügungen von Abbildungen]) berichtet.

Weder Schieber- noch Kolben-Steuerungen haben aber auch bei Bessemergebläsen den Erwartungen entsprochen, wie dies Riedler in seinen ebenfalls bereits besprochenen und empfohlenen „Maschinenskizzen für Berg- und Hüttenwesen", S. 36 versichert und dadurch bestätigt, dass er beim Bessemergebläse des Stahlwerkes Heft (siehe oben, S. 568) sogenannte zwangläufige Kegelventile in Anwendung gebracht hat[5]).

1) Rittinger, Kurze Mittheilungen über die berg- und hüttenmännischen Maschinen der internationalen Industrieausstellungen zu Paris 1855, zu London 1862 und zu Paris 1867. Vortreffliche Berichte mit übersichtlichen, für den Fachmann völlig genügenden Skizzen. Wien, beziehungsweise 1855, 1862 und 1867.

2) Schmidt, Patent-Gebläsemaschinen mit cylindrischem Schieber. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. 2 (1858), S. 179, Tafel XXI.

R. Ziebarth, Gebläsemaschinen mit erhöhter Geschwindigkeit. Ebendaselbst Bd. 8 (1864), S. 570, Tafel IV. und Tafel XXII.

3) Ebendaselbst S. 571.

4) Ebendaselbst S. 572. Versuche von Rittinger, Fink und Bochkolz.

5) Für die theoretische Arbeit einer Luft-, Blas- oder Saugmaschine

II. Die Gebläse mit rotirenden Flügeln oder Kolben.

Die hier in der Ueberschrift besonders genannten, bereits S. 739 kurz erörterten, jetzt fast ausschliesslich in Anwendung befindliche Gebläsegattungen,

(eines Wettersauger) im allgemeinsten Falle, dass die Pressungsdifferenzen nicht sehr klein sind und die Dichtungsveränderung nicht so langsam vor sich geht, dass der Einfluss der Wärme auf dieselbe vernachlässigt werden kann — hat zuerst Weisbach folgende Formel entwickelt (die u. A. auch in des Verfassers „Hydromechanik", zweite Auflage, S. 127 abgeleitet wird):

$$\text{I.}\quad \mathfrak{A} = \frac{n}{n-1}\, p_1\, \mathfrak{B}_1 \left\{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} - 1\right\}.$$

Hierin ist $\mathfrak{B}_1$ das Luftvolumen von der Pressung p_1, $n = 1{,}41$ das Verhältniss der specifischen Wärme der Luft bei gleichem Drucke zu der bei gleichem Volumen.

Diese Formel gilt sowohl für Bläser wie Sauger (Wettermaschinen), wenn nur jedesmal p_1 die kleinere oder ursprüngliche, p_2 aber die durch die Maschine erzeugte grössere Pressung bezeichnet. Unter $\mathfrak{B}_1$ wird dann (gewöhnlich) das pro Secunde geförderte, im ursprünglichen Zustande gemessene Luftvolumen verstanden.

Bei Ableitung der Gleichung I wurde für die Beziehung zwischen Volumen und Druck das Laplace-Poisson'sche Gesetz in Anwendung gebracht, d. h. $\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^n$ gesetzt. Legt man dagegen nur das Mariotte'sche Gesetz zu Grunde, d. h. folgt man dem Verhältnisse $\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2}{v_1}$ (setzt also $n = 1$), so erhält man für $\mathfrak{A}$ die Formel:

$$\text{II.}\quad \mathfrak{A} = p_1\, \mathfrak{B}_1 \text{ lgnt. } \frac{p_2}{p_1} = p_2\, \mathfrak{B}_2 \text{ lgnt. } \frac{p_2}{p_1}.$$

Führt man in die Formel II statt der Pressungen p_1 und p_2 die correspondirenden Barometerstände b und beziehungsweise die Manometerstände h ein und setzt man eine Manometerflüssigkeit von der Dichte Δ ein, so ist $p_2 = \Delta (b + h)$ und $p_1 = \Delta b$, so dass man statt II erhält:

$$\text{III.}\quad \mathfrak{A} = \Delta b\, \mathfrak{B}_1 \text{ lgnt. } \frac{b+h}{b}.$$

Im Falle sehr kleiner Pressungsdifferenzen ist lgnt. $\frac{b+h}{b} = \frac{h}{b}$ zu setzen, so dass dann wird:

$$\text{IV.}\quad \mathfrak{A} = \Delta \mathfrak{B}_1 h.$$

Letztere Formel gilt jedoch nur für Bläser (Gebläse), während für Sauger (Wettermaschinen) lgnt. $\frac{b+h}{b}$ nicht $\frac{h}{b}$, sondern $\frac{h}{b-h}$ gesetzt werden muss, so dass als äusserste Annäherungsformel erhalten wird:

$$\text{V.}\quad \mathfrak{A} = \Delta b \mathfrak{B}_1 \frac{h}{b-h}.$$

Auf den nothwendigen Unterschied der Formeln IV und V, beziehungsweise wenn die Maschine ein Bläser oder ein Sauger ist, hat zuerst Grashof

sind vorzugsweise zwei, nämlich die mit sehr schnell rotirenden Flügeln ausgestatteten Maschinen, die sogenannten Centrifugalgebläse und die auf weniger schnell umlaufenden Drehachsen befestigten, aus Kolbenpaaren (Kapselrädern, S. 383) gebildeten Gebläse, mit geringer Liderung, von denen ebenfalls bereits oben die Rede war.

Wir erörtern zuerst die Centrifugalgebläse. Hierbei muss der Verfasser die Bemerkung oben anstellen, dass er sich, vom theoretischen Standpunkte aus, nur mit der Construction derjenigen Centrifugalgebläse einverstanden erklären kann, welche nach Art der Grove'schen Centrifugalpumpen (S. 388, Fig. 353) angeordnet sind. Bekanntlich sind diese mit gekrümmten Flügeln ausgestattet, deren erhabene (convexe) Seite der Umdrehrichtung zugekehrt ist und die man überdies mit spiralförmig erweiterten Ausläufern (mit Rittinger'schen Auslaufwänden[1]) oder mit einem Blashalse ff (Fig. 353), von ähnlicher Wirkung wie Boyden's Diffuser bei den sogenannten Radialturbien (Bd. I, S. 390, zweite Auflage) ausgestattet hat, wodurch die Geschwindigkeit der Luft, womit dieselbe die Flügelenden verlässt, so viel als möglich vermindert wird.

Zugleich erklärt der Verfasser die von Redtenbacher aufgestellte Theorie der Centrifugalventilatoren (auch für Bläser brauchbar) noch gegenwärtig als die richtigste, soweit man überhaupt die gewöhnlichen Bewegungsgesetze der Luft, ohne Rücksicht auf die fast unvermeidlichen Wirbelbildungen (Strömungen des Parallelismus der Schichten), hierbei als maassgebend betrachten darf[2]).

aufmerksam gemacht und zwar in einer vortrefflichen Arbeit, welche die Ueberschrift trägt: „Ueber die Bewegung der Gase im Beharrungszustande in Röhren und Canälen." Abgedruckt ist diese Arbeit im VII. Bande (1863) der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure S. 243 etc. Die Anwendung der betreffenden Rechnungen auf Gebläse und Sauger findet sich daselbst von S. 280 an.

1) Rittinger's „Centrifugal-Ventilatoren" (Wien, 1858), §. 41, §. 45, §. 56, §. 58 etc.

2) Nach Ansicht des Verfassers hat man, mit Ausnahme Rittinger's (a. a. Orte), der Redtenbacher'schen Theorie der Centrifugalgebläse und Saugmaschinen (Ventilatoren im engeren Sinne), die nur als Anhang (Zugabe) seines Werkes „Theorie und Bau der Turbinen" (erste Auflage 1844) erschien — viel zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt.

Ohne auf diese Redtenbacher'sche (den Turbinen völlig nachgebildete) Theorie näher einzugehen, entlehnen wir den Resultaten derselben den Ausdruck für die mechanische Arbeit $= \mathfrak{A}$, welche aufzuwenden ist, um ein Luftgewicht Q, während dasselbe durch das Rad geht, von der Dichte, die der Pressung p_1 entspricht bis zur Dichte, welche der grösseren Pressung p_2 entspricht, zu comprimiren und ihm eine Geschwindigkeit w zu ertheilen (nach S. 177 der 2. Auflage des genannten Redtenbacher'schen Werkes)

$$\text{I. } \mathfrak{A} = \frac{Q}{\mu} \text{ lgnt. } \frac{p_2}{p_1} + \frac{Q}{2g} w^2,$$

wo $\mu = \dfrac{1,3}{10\,333\,(1 + 0,00367\,t)}$ ist, sobald t die Lufttemperatur in Centigraden bezeichnet (man sehe auf des Verfassers Hydromechanik [2. Auflage], S. 112.

Leider nehmen alle dem Verfasser zur Zeit bekannt gewordenen, mit Centrifugalgebläsen angestellten Versuche, mit rühmlicher Ausnahme der Rittinger'schen, nicht genug Rücksicht auf die spezielle Construction der Flügel, namentlich hinsichtlich Beantwortung der Frage, wie dieselben gekrümmt sein müssen, oder ob sie aus geraden Flächen gebildet werden können u. d. m.[1])

Bei dem noch jetzt grossen Interesse der fortwährenden Beachtung und der Beliebtheit (namentlich in Oesterreich) der Rittinger'schen Centrifugalgebläse[2]), liefern wir in Fig. 465 (S. 746 der alten Auflage) eine Abbildung derselben, unter Beifügung nachstehender Bemerkungen[3]).

Aus I lässt sich aber, analog den Formeln (Note, S. 745), ableiten:

$$\text{II. } \mathfrak{A} = \Delta \mathfrak{V}_1 h + \frac{\Delta_1 \mathfrak{V}_1 \cdot w^2}{2g},$$

sobald man mit $\mathfrak{V}_1$ das Volumen der pro Secunde ausgeblasenen Luft, mit Δ_1 deren Dichte (Gewicht der Cubikeinheit) und mit Δ die Dichte der Manometerflüssigkeit bezeichnet, während h der betreffende Manometerstand ist.

1) Die ältesten (bemerkungswerthen) Versuche hat E. Dollfuss im Anfange der vierziger Jahre in Mühlhausen angestellt. Diese finden sich abgedruckt in dem Bulletin de la société de Mulhouse, 1843, Nr. 81 und 82. Daraus (auszugsweise) in Rittinger's Werke die Centrifugal-Ventilatoren, S. 271. Nach diesen Versuchen wäre die zweckmässigste Flügelform die vorwärts gekrümmte, d. h. wo die hohle (concave) Seite der krummen Fläche der Bewegungsrichtung zugekehrt (also gerade das Umgekehrte was aus Combes, Redtenbacher's und Grove's Theorien sich ergiebt). Auf die Arbeit von Combes kommen wir nachher bei den Luftsaugmaschinen (Exhaustoren) zurück.

Die zweiten nennenswerthen Versuche sind die, welche Morin (1861) im Conservatoir des Arts et Métiers in Paris anstellte. Diese finden sich in Bornemann's Civil-Ingenieur. Bd. 8 (1862), S. 256. Im Allgemeinen führten diese Versuche dahin, dass gekrümmte Flügel vortheilhafter als gerade sind.

Die allerjüngsten und zuverlässigsten Versuche mit Centrifugalgebläsen hat (1869—1871) Dr. Hartig in Dresden angestellt und deren Resultate in seiner vortrefflichen Arbeit: „Versuche etc. mit Werkzeugsmaschinen", Heft 3 der Mitthl. Königl. Polytech. Schule in Dresden, bekannt gemacht. Abgedruckt finden sich diese Versuche von S. 231 bis S. 243.

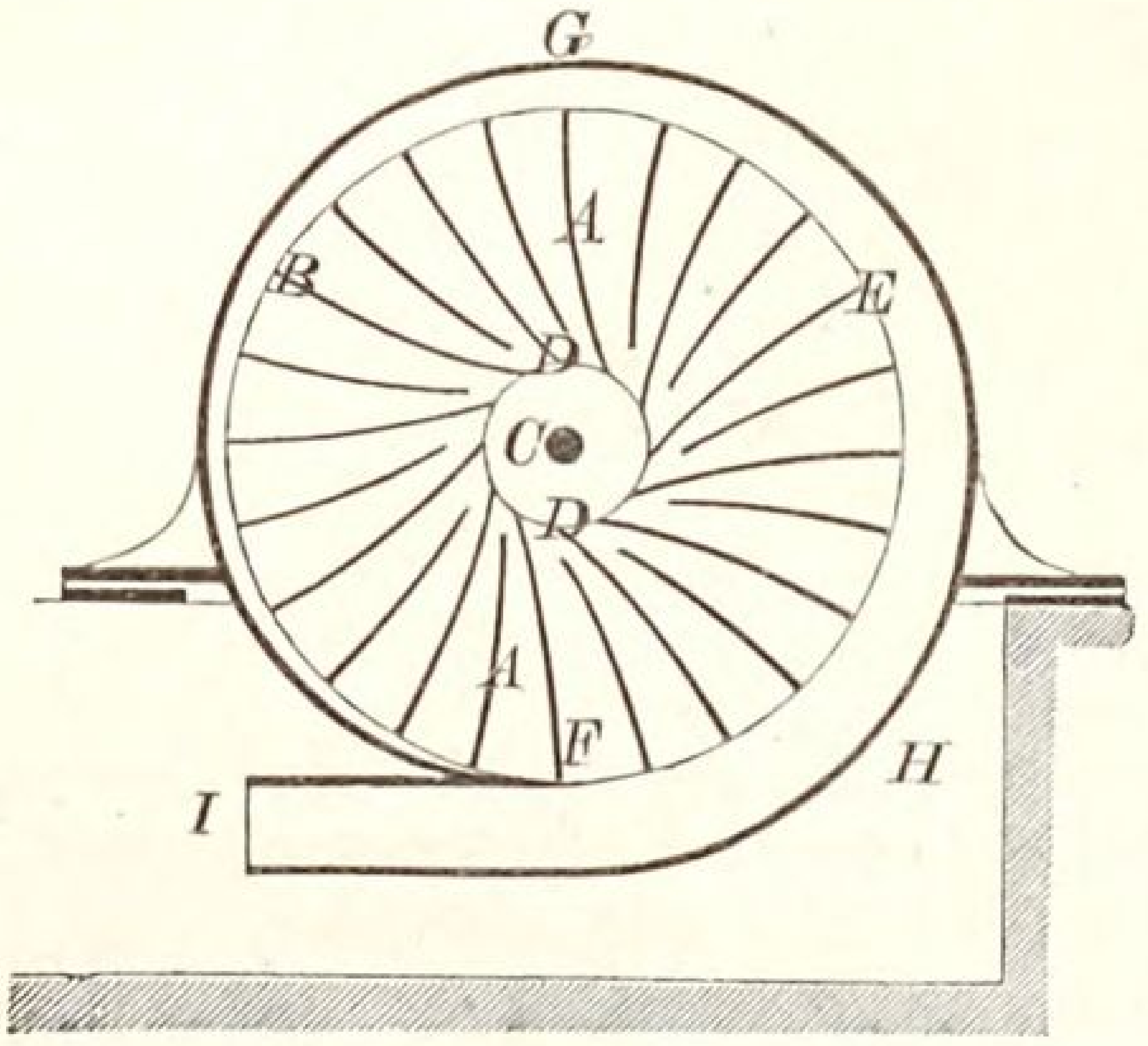
Bei Gebläsen mit krummen Flügeln, nach der Bewegungsrichtung convex (also so wie bei den Grove'schen Centrifugalpumpen, Fig. 353) gestaltet, ergaben sich Wirkungsgrade von 0,24 bis 0,36. Bei einem Schiele'schen Ventilator mit geraden Flügeln ergab sich das grösste Güteverhältniss nur zu 0,302. Ueber Ergebnisse aus Rittinger'schen Versuchen sehe man das Nachfolgende.

2) v. Hauer, „Die Hüttenwesens-Maschinen". Zweite Auflage (Leipzig, 1876), S. 231 etc.

3) Herrmann, in der neuesten Auflage des „Weisbach'schen Lehrbuches der Ingenieur-Mechanik". Dritter Theil, zweite Abtheilung (1880), S. 1231—1236 etc.

Das betreffende Gebläse (Rittinger a. a. O. S. 222, Fig. 50) wird als ein (sogenannter) Hochdruckventilator bezeichnet, der aus einer dünnen gusseisernen Scheibe DE von 1,60 Meter Durchmesser besteht. Eine zweite in unserer Abbildung nicht darzustellende Scheibe besteht aus Eisenblech und in dieser befindet sich in der Mitte die Saugöffnung CD von 0,18 Meter Halbmesser. Zwischen diesen beiden Scheiben sind 24 blecherne Flügel A mit kurzen Zapfen befestigt. Die äusseren Enden B und E dieser Flügel sind radial[1]), während sie innerhalb bei D einen Winkel von fast 61 Grad (60°50′) mit dem Umfange einschliessen. Die Krümmung BD gehört einem Kreisbogen an, dessen Radius 1,92 Meter ist.

Fig. 465.



Das Gehäuse $FGHI$ ist aus zwei Theilen zusammengesetzt. Dasselbe schliesst sich bei F ganz an das Flügelrad von nur 0,09 Meter Breite (normal zur Bildfläche von Fig. 465) an, erweitert sich aber gleichförmig, dem Krümmungsgesetze einer Spirale folgend (ganz so wie S. 388, Fig. 353 bei der Grove'schen Centrifugalpumpe erörtert wurde), bis an die Ausblasestelle I, von wo ab sich noch der sogenannte Blasehals mit der Düse am äussersten Ende anschliesst[2]).

Bei den angegebenen Dimensionen des Flügels lieferte derselbe pro Minute 52,7 Cubikmeter Wind von einer Pressung, die durch eine Wassermanometerhöhe von 0,75 Meter (oder $\frac{75}{1033}$, d. i. circa $^1/_{13}$ Atmosphären) gemessen wurde und wobei die Flügelwelle 1210 Umläufe, pro Minute machte, die dynamometrisch gemessene Betriebsarbeit $28^1/_2$ Pferdekräfte betrug, end-

1) Rittinger basirt die Nothwendigkeit am äussersten Ende radial gerichteter Flügel auf die Annahme, dass dann, unter sonst gleichen Umständen, die grösstmöglichste Pressung erzeugt werden soll. Der Verfasser hält diese Annahme für nicht richtig, stimmt vielmehr mit Prof. Werner überein, der diese Winkel, namentlich den Winkel an den äussersten Enden BE so bestimmt, dass der hydraulische Wirkungsgrad ein Maximum wird. Man sehe deshalb Prof. Werner's empfehlenswerthes Buch: „Theorie der Turbinen, Kreiselpumpen und Ventilatoren", S. 80 ff. Berlin 1869.

Eine grosse Zahl Schaufeln bei den Centrifugalgebläsen zu nehmen (doppelt soviel, als bei den Kreiselpumpen. Werner a. a. O. S. 117) ist jedenfalls vortheilhaft, da sonst leicht Wirbelungen im Luftstrome entstehen, welche den Effect beeinträchtigen.

2) Ueber die Anordnung dieser Theile beim Centrifugalgebläse, womit Rittinger die nachher notirten Versuche anstellte, sehe man S. 223 und 236 seines vorhergenannten Werkes.

lich beim Blasen zwei Düsen von 0,078 Meter Durchmesser in Anwendung gebracht wurden. Die aus Luftquantum und Manometerhöhe berechnete Arbeitsgrösse, dividirt durch die mittelst des Dynamometers gemessene Arbeit, oder das Güteverhältniss des Flügels, stellte sich dabei zu 0,31 heraus [1]).

Bei älteren Constructionen von Flügelgebläsen (und auch Saugern) hatte man sehr oft Ursache, sich über das höchst unangenehme Geräusch, meist ein oft unausstehliches Heulen, Brummen etc., zu beklagen, was bei deren Betriebe bemerkbar wurde. Bei der Londoner internationalen Industrieausstellung von 1851 producirte zuerst der Mechaniker Lloyd in London einen sogenannten geräuschlosen Flügel (noiseless fan), der damals viel Aufsehen verursachte [2]).

1) Rittinger hat die Versuche, denen vorstehende Angaben entlehnt wurden, erst im Nachtrage seines Werkes „Ueber Centrifugal-Ventilatoren" (S. 262 bis S. 263) mitgetheilt.

Zur Prüfung der dem Redtenbacher'schen Werke über Ventilatoren entlehnten Formeln (S. 574, Note 2) zur Berechnung der theoretischen Arbeit eines Bläsers nehmen wir mit Rittinger (S. 218 a. a. O.) an, dass sich die Luft im Blasraume mit der für die Windleitung gewählten Geschwindigkeit von $w = 10$ m pr. Secunde bewegt und der Cubikmeter atmosph. Luft $\Delta_1 = 1{,}30$ Kilogr. wiegt. Dann erhält man:

$$\mathfrak{A} = 1000 \frac{52{,}7}{60} \cdot 0{,}75 + 1{,}3 \frac{52{,}7}{60} \frac{(10)^2}{2.981},$$

d. i. $\mathfrak{A} = 658 + 5{,}82 = 663{,}82$ mk, oder in Maschinenpferden $= N$ ausgedrückt:

$$N = \frac{663{,}82}{75} = 8{,}85.$$

Da nun die dynamometrische Messung eine correspondirende Arbeit von 28,50 Maschinenpferden lieferte, so ergiebt sich ein Wirkungsgrad $= \mathfrak{g}$ von

$$\mathfrak{g} = \frac{8{,}85}{28{,}50} = 0{,}31.$$

Mit Bezug auf die hier ermittelte Arbeit, welche (theoretisch, d. h. ohne Beachtung aller mechanischen und hydraulischen Widerstände) erforderlich ist, um ein gegebenes Luftquantum mittelst eines Gebläses anzusaugen, zusammenzudrücken und fortzutreiben, dürfte es von Nutzen sein, eine von Rittinger (a. a. O. S. 64) entwickelte Formel zu notiren, welche recht praktisch genannt werden muss, wenn es sich um (angenäherte) Berechnung der pro Minute gelieferten Windmenge $= Q_1$ in Cubikmetern unter der Voraussetzung handelt, dass δ der Düsenmündungsdurchmesser in Metern und h die Wassermanometerhöhe ebenfalls in Metern ist. Diese Formel ist:

$$Q_1 = 5081 \,.\, \delta^2 \sqrt{h}.$$

Für das vorbemerkte Rittinger'sche Beispiel ist $h = 0{,}75$ und $\delta = 0{,}078$, daher

$$Q_1 = 5081 \,.\, (0{,}078)^2 \,.\, \sqrt{0{,}75},$$

$$\text{d. i. } Q_1 = 52{,}52.$$

Dieser Werth stimmt genau genug mit der Angabe von 52,70 Cubikmetern überein.

v. Hauer hat später (in der zweiten Auflage S. 17—22 seines Werkes „Die Hüttenwesen-Maschinen") noch andere Formeln zur Berechnung der Windmengen entwickelt, auch betreffende Tabellen beigegeben, wobei überall vom potenzirten Mariotte'schen Gesetze ausgegangen wird.

2) Reports by the Juries. London 1851, pag. 175. Ferner Versuche des

Gegenwärtig darf bei richtig construirten Flügeln ein bemerkenswerthes Geräusch gar nicht vorkommen, indess wird es dem ungeachtet nicht überflüssig sein, auf einen geräuschlosen Flügel aufmerksam zu machen, der seiner Zeit von Lloyd in London für die Reparaturwerkstatt des Harburger Bahnhofes bezogen wurde. Der Verfasser besprach diesen Flügel in den unten[1]) notirten Mittheilungen des hannoverschen Gewerbe-Vereins. Derselbe arbeitet noch jetzt zur Zufriedenheit aller Betheiligten völlig geräuschlos. Fig. 466 ist dem citirten Aufsatze des Verfassers entnommen, welcher von nach Maassstab ausgeführten Zeichnungen begleitet ist.

Das vom festen Gehäuse *m* umschlossene Flügelrad *a* besteht aus zwei geneigten Scheiben, die nach dem äusseren Umfange hin entsprechend convergiren. Die bei *nn* und *n'n'* eintretende atmosphärische Luft hat längs ihrer Bewegung von *n* nach *b*, nach *a* und *c* hin überall keine scharfen Kanten zu passiren und verändert dabei ihre Richtung in sanften Uebergängen. Sodann wird die zufliessende (bewegte) Luft nicht von den schnell umlaufenden Seitenkanten des Flügels abgeschnitten; die zwischen dem Gehäuse *mm* und den Flügelwänden in *qq* befindliche Luft verhält sich wie ein Medium, in welchem sich der Flügel ohne bemerkbare Störung bewegt etc. Ueberdies sind an den innersten Kanten der krummen Flügelwände verdickte Ringe *d* angebracht, die man nach dem Zusammenziehungsgesetze aus Oeffnungen strömender Flüssigkeitsstrahlen gehörig abgerundet hat und die ausserhalb an den Innenkanten *nn'* des festen Gehäuses *mm* so scharf anschliessen, dass zwar die Umdrehung des Flügels *a* noch ohne Reibung erfolgen kann, das Entweichen der Luft aber zwischen dem Flügelrade *a* und dem Mantel *m* fast unmöglich gemacht ist.

Der gedachte Harburger Flügel hat 11 Zoll engl. äusseren Durchmesser, läuft pro Minute 3000 Mal (völlig geräuschlos) um und versorgt 4 Schmiedefeuer-Düsen von $1^1/_8$ Zoll Durchmesser mit hinlänglichem Winde. Dabei zeigt das vorhandene Wassermanometer 5 Zoll Ueberdruck.

Um mittelst Centrifugalgebläsen verhältnissmässig hohe Windpressung erzeugen zu können (Hochdruck-Ventilatoren zu schaffen) ohne die Durchmesser und Umdrehzahlen der Flügel unverhältnissmässig gross machen zu müssen, hat man mehrfach versucht, mehrere dieser Flügel so miteinander zu vereinigen, dass einer in den andern bläst.

Zur Ventilation des Hauptgebäudes der Pariser internationalen Ausstellung von 1867 hatte der Mechaniker Perrigault in Rennes solche „Doppel-Ventilatoren“ in Thätigkeit gesetzt, deren Anordnung aus unserer Fig. 467 erhellt[2]).

Generals Morin mit Lloyd'schen Ventilatoren (mit krummen Schaufeln), nach den Annales du Conservatoire von 1861, im 8. Bande (1862) von Bornemann's Civil-Ingenieur, S. 261.

1) Jahrgang 1860, S. 82, mit Abbildungen auf Tafel III, Fig. 22—25.

2) v. Rittinger, Kurze Mittheilungen über Berg- und Hüttenwesen-Maschinen etc. der Pariser Industrie-Ausstellung von 1867, S. 28, und österreichischer amtlicher Bericht über diese Ausstellung. Zweiter Band, Heft IV, S. 37.

Beide Ventilatoren *a* und *b* haben 0,60 Meter Durchmesser. Die Einströmungsöffnung *mm* im Centrum der ersten Trommel hat 0,26 Meter Durchmesser. Die Ausströmung am Umfange dieser Trommel steht durch eine gebogene Röhre *nn* mit der Einströmungsöffnung *oo* des zweiten Ventilatorgehäuses *b* in solcher Verbindung, dass von der im ersten Ventilator gewonnenen Pressung

Fig. 466.

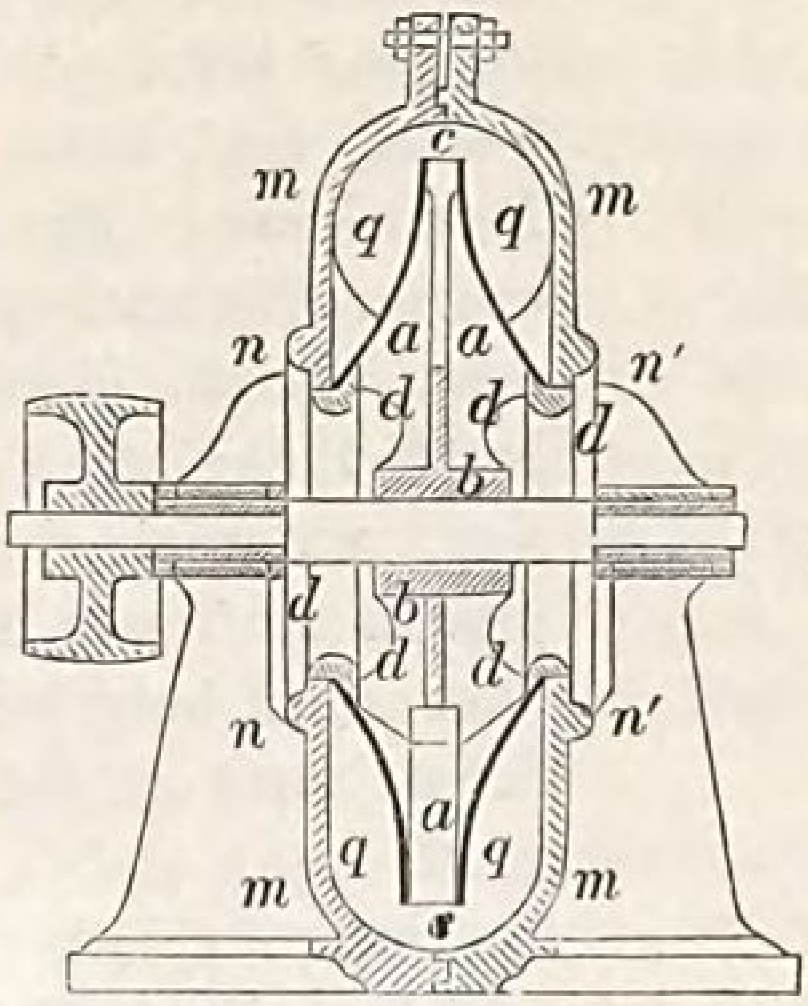
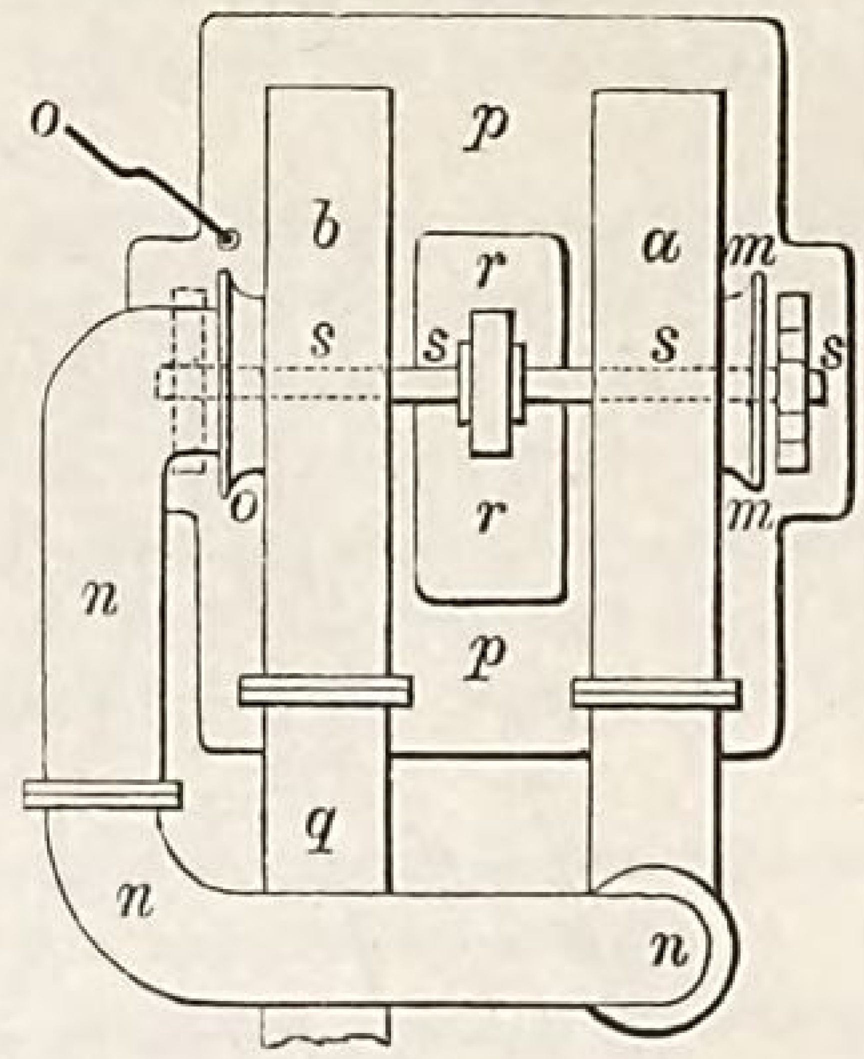


Fig. 467.



der Luft so wenig wie möglich verloren geht. Das Ausströmungsrohr des zweiten Ventilators ist in unserer Skizze mit *q* bezeichnet. Der Antrieb geschieht für die auf derselben Welle *ss* befestigten Flügelräder durch eine Riemenscheibe *r*, die zwischen beiden angebracht ist. Das ganze Werk ist auf einer gusseisernen Platte *pp* befestigt.

Nach im Pariser Conservatoire des arts et métiers mit Perrigault'schen Ventilatoren angestellten Versuchen, ergeben sich Güteverhältnisse von 0,41 beziehungsweise 0,49, je nachdem mit diesen von 0,068 Meter oder 0,102 Meter Durchmesser gearbeitet, der Welle 1908 resp. 1622 Touren pro Minute gegeben wurden und je nachdem die Wassermanometer 0,735 Meter beziehungsweise 0,400 Meter Windpressung zeigten[1]).

Um wenigstens zwei Gattungen von Blasemaschinen mit rotirenden Kolben zu besprechen, wählen wir die jetzt beliebten Roots'schen und Behrens-schen Kapselräder (S. 616, Fig. 456 bis mit Fig. 458, erste Auflage und S. 383, Fig. 348—350 zweite Auflage), die auch als Bläser sehr belobt werden, wenn man nicht ganz geringe Windpressungen ohne eine sehr grosse Tourenzahl der betreffenden Welle erzeugen will.

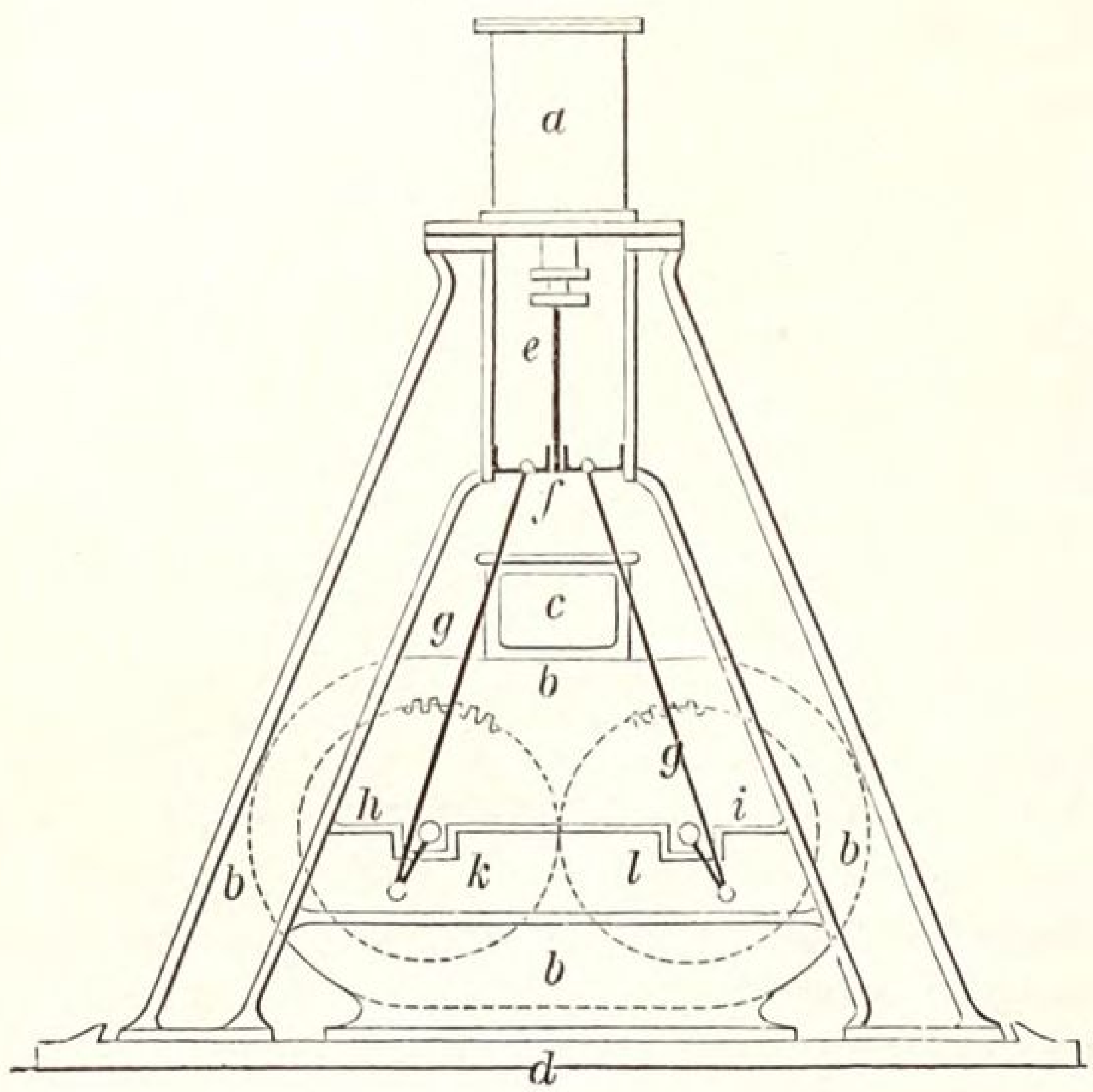
Mit Bezug auf die soeben citirten Durchschnittsfiguren wird es hinreichen, auf umstehende Fig. 468 hinzuweisen[2]), welche die Disposition eines durch Dampfmaschine *a* betriebenen Roots'schen in den Gehäusen *bb* eingeschlossenen Bläsers darstellt, wie solche von Thwaites & Carbutt in Bradford, welche das Roots'sche Patent für England besitzen, geliefert werden. Man erkennt leicht, dass es den Constructeuren um Aufhebung der Seiten-

1) Annales du Conservatoire des Arts et Métiers. Tome VI (1865), p. 162 (Tresca's Versuche).

2) Engineering vom 17. Juli 1874, S. 54 und 56.

pressungen zu thun gewesen ist, welche bei Verwendung von nur einer Lenkstange und nur eines Krummzapfens statt hier zwei Lenkern *g g* und zweier Krummzapfen *h i*, vom gemeinsamen Kreuzkopfe *f* aus, nicht zu erreichen ist. Dass auf den Wellen der zusammengreifenden Stirnräder *k* und *l*, im Innern des Gehäuses *b*, die beiden Kolben Fig. 456 der Root'schen Anordnung befestigt sind, bedarf wohl kaum der Bemerkung. Das Ansaugen frischer Luft erfolgt (durch eine gelochte Zinkplatte) von *c* aus, während die gepresste Luft von *d* ab nach dem betreffenden Schmelzorte etc. geleitet wird.

Fig. 468.



Unsere Quelle enthält (unvollständig) nur folgende Zahlenangaben des betreffenden Beispieles. Die 12pferdige Dampfmaschine mit einem Ueberdrucke von 40 bis 50 Pfd. pro Quadratzoll arbeitend, hat 12 Zoll Kolbendurchmesser und 11 Zoll Hub. Diese treibt einen Roots'schen Bläser Nr. 5[1]) und zwar

1) Nach einem Berichte aus Bradford (wahrscheinlich von einem bei Thwaites & Carbutt beschäftigten Deutschen) wird in Uhland's Prakt. Maschinen-Constructeur von 1870, S. 342, eine Orientirungstabelle über Roots'sche Bläser mitgetheilt, dem wir Folgendes entnehmen:

Grössen-Nummer	Beim Schmelzen des Eisens			Beim Schmieden des Eisens			Aeussere Dimension						Gewicht
	Umdrehzahl pro Minute	Tonnen des Metalls pro Stunde	Anwendbar bei Cupolöfen bei einem inneren Durchmesser	Anzahl der Schmiedefeuer	Arbeitsbedarf in Pferdekräften	Luftmenge in Cubikfuss pro Minute	Länge		Breite		Höhe		
			Zoll engl.				Fuss	Zoll	Fuss	Zoll	Fuss	Zoll	Centner (à 112 Pfd.)
1	330	$2\frac{1}{2}$	24—30	15	2	1650	3	10	3	0	2	6	$8\frac{1}{2}$
2	400	3	24—30	20	$2\frac{1}{2}$	2000	4	8	3	0	2	6	$9\frac{1}{2}$
3	350	$4\frac{1}{2}$	30—36	35	4	3000	5	8	3	0	2	8	12
4	325	8	36—48	50	6	4550	6	8	4	0	3	4	18
5	320	12	46—60	70	8	6400	7	10	4	0	3	6	23

machen die beiden Gebläsekolben 250 bis 300 Umläufe pro Minute. Hervorgehoben wird, dass das ganze Maschinenwerk bei 300 Umläufen pro Minute der Gebläsekolben noch völlig ruhig (smoothly) arbeitet[1]).

Zu bemerken dürfte noch sein, dass man die beiden Kolben in der Regel aus Lindenholz anfertigt, wobei man sie so construirt, dass sie sich in allen Punkten noch nicht so berühren, dass eine Reibung entsteht, vielmehr wird die Berührung erst durch Auftragen einer Composition aus Talg, Gips, Wachs und Graphit erzeugt, die nach sorgfältigem Auftragen sich sehr lange halten und die erforderliche Dichtung bewirken soll.

Bei dem in der hier unten stehenden Note 2 erwähnten Neuberger Gebläse (wahrscheinlich Nr. 1 des S. 580 Note 1 mitgetheilten Preiscourantes) hat der betreffende Cupoloofen, für den dies Gebläse Wind liefert, 4 Stück Düsen von $2^1/_2$ Zoll (26,34 $\times$ $2^1/_2$ = 65,85 Millimeter) Durchmesser und derselbe verbraucht, bei einer Pressung von 14 bis 15 Linien (30,7 bis 33,0 Millimeter) Quecksilber-Manometer und kaltem Winde, 1800 Cubikfuss pro Minute. Um diese Windmenge zu effectuiren, mussten die Kolben wenigstens 200 Touren pro Minute machen.

Nach Angaben in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure Bd. XV (1871), S. 480, ist man in Westphalen mit den Leistungen der Roots'schen Bläser (Ventilatoren) sehr zufrieden. Nach Angaben im Engineering (März 1871, S. 171), wobei Abbildungen dreier neben einander betriebenen Roots'schen Gebläse für das Dowlais Eisen- und Stahlwerk veröffentlicht werden, sind bereits mehr als 300 solcher Bläser, aus der Fabrik von Thwaites & Carbutt in Bradford, in den verschiedensten Theilen Englands im Betriebe, die überall zufriedenstellende Resultate liefern.

Richtige Construction und gute Ausführung scheint aber nothwendig, wenn man nicht, wie bei drei Exemplaren des Bochumer Gussstahlwerkes, ein nervenerschütterndes Geräusch zu hören bekommen will[2]).

Von in Deutschland mit Roots'schen Gebläsen angestellten Versuchen verdienen besonders die des Dr. Hartig in Dresden und die des Königl. Maschineninspectors Heim in Wasseralfingen hier genannt zu werden.

Die Hartig'schen Versuche gehören zu einer Reihe, welche dieser wackere Experimentator mit Werkzeugsmaschinen anstellte und worüber bereits vorher S. 575 berichtet wurde. (A. a. O. S. 240 bis 243.)

Hartig fand bei 275 Umdrehungen (pro Minute) der Flügel eine Windmenge von 0,695 Cubikmeter pro Secunde, bei einer Luftspannung von 38 mm Wassersäule, den Wirkungsgrad = 0,405, bei gänzlich geöffnetem Blasehalse. Letzterer verringerte sich aber auf 0,143, sobald durch Verengung des Ausflussquerschnittes die Pressung auf 820 Millimeter Wassersäule gesteigert wurde.

1) Eine gute Constructionszeichnung des Roots'schen Gebläses findet sich in den Rittinger'schen Erfahrungen, Jahrg. 1869, Taf. XIV nebst Beschreibung etc. S. 14 des Textes. Dies Exemplar ist von Thwaites & Carbutt für Neuberg in Steiermark bezogen und wird sehr gerühmt. Kolben wie Gehäusetheile sind hier mit einer dünnen Schicht eines Gemenges (einer Schmiere) von Unschlitt mit etwas Wachs überzogen.

2) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XV (1871), S. 480.

Heim fand den Wirkungsgrad oder das Güteverhältniss = $\mathfrak{g}$ (d. h. das Verhältniss der theoretisch erforderlichen zur wirklich aufgewandten Leistung) folgendermaassen:

$\mathfrak{g}$	Pressung in Wassersäulen:	Umlaufzahl pro Minute:	Zahl der Schmiedefeuer im Betriebe:
0,616	61 mm	210	28
0,580	172 „	374	28
0,490	70 „	148	5
0,528	360 „	360	5

Aus Allem geht offenbar hervor, dass das Roots'sche Gebläse unter erheblich günstigeren Verhältnissen arbeitet, als das Centrifugalgebläse, dessen Wirkungsgrad die Zahl 0,30 höchst selten übersteigt; dass ferner das Roots'sche Gebläse im Stande ist, auch ohne erheblichen Arbeitsverlust Windpressungen

Fig. 469.

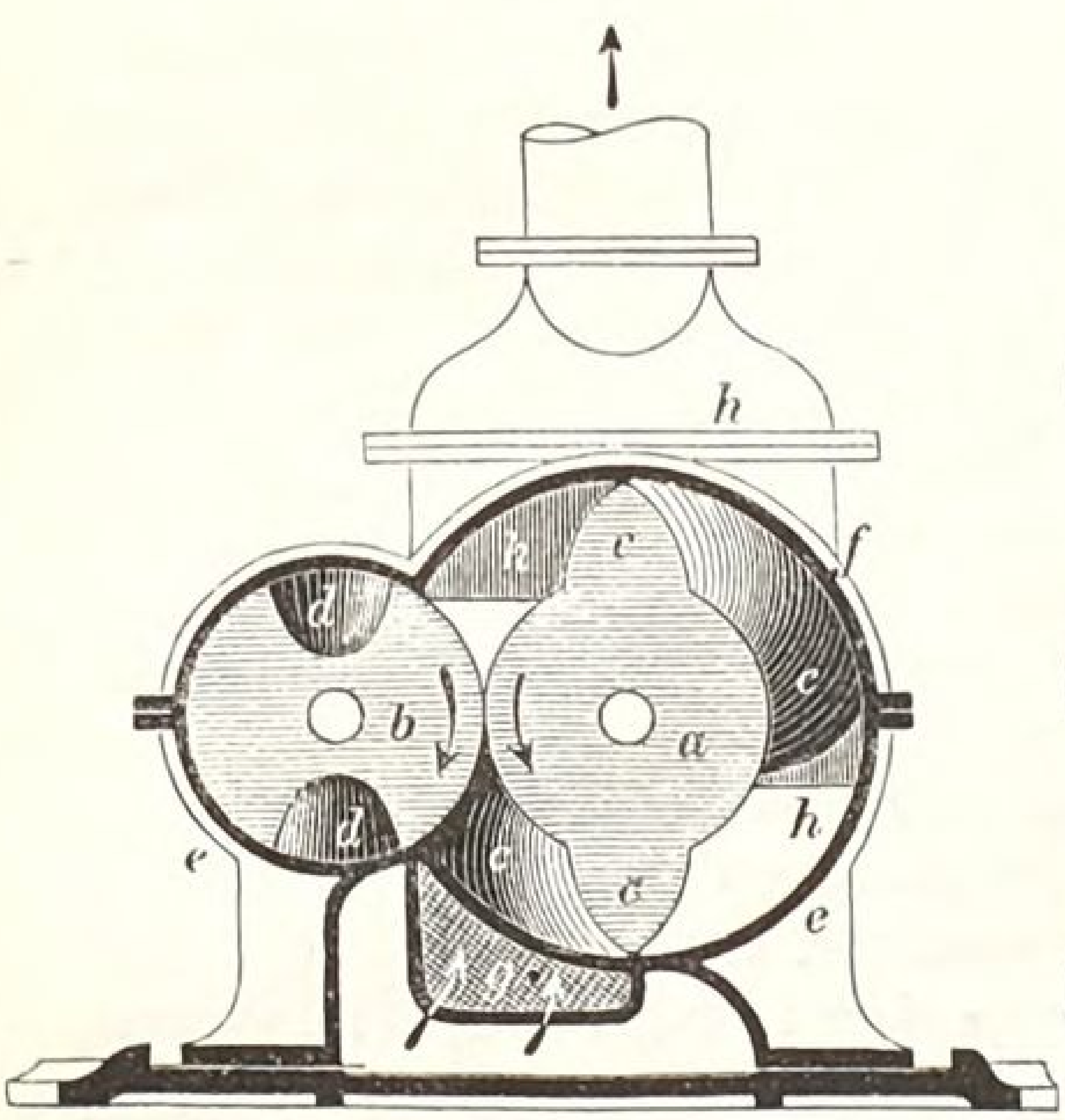
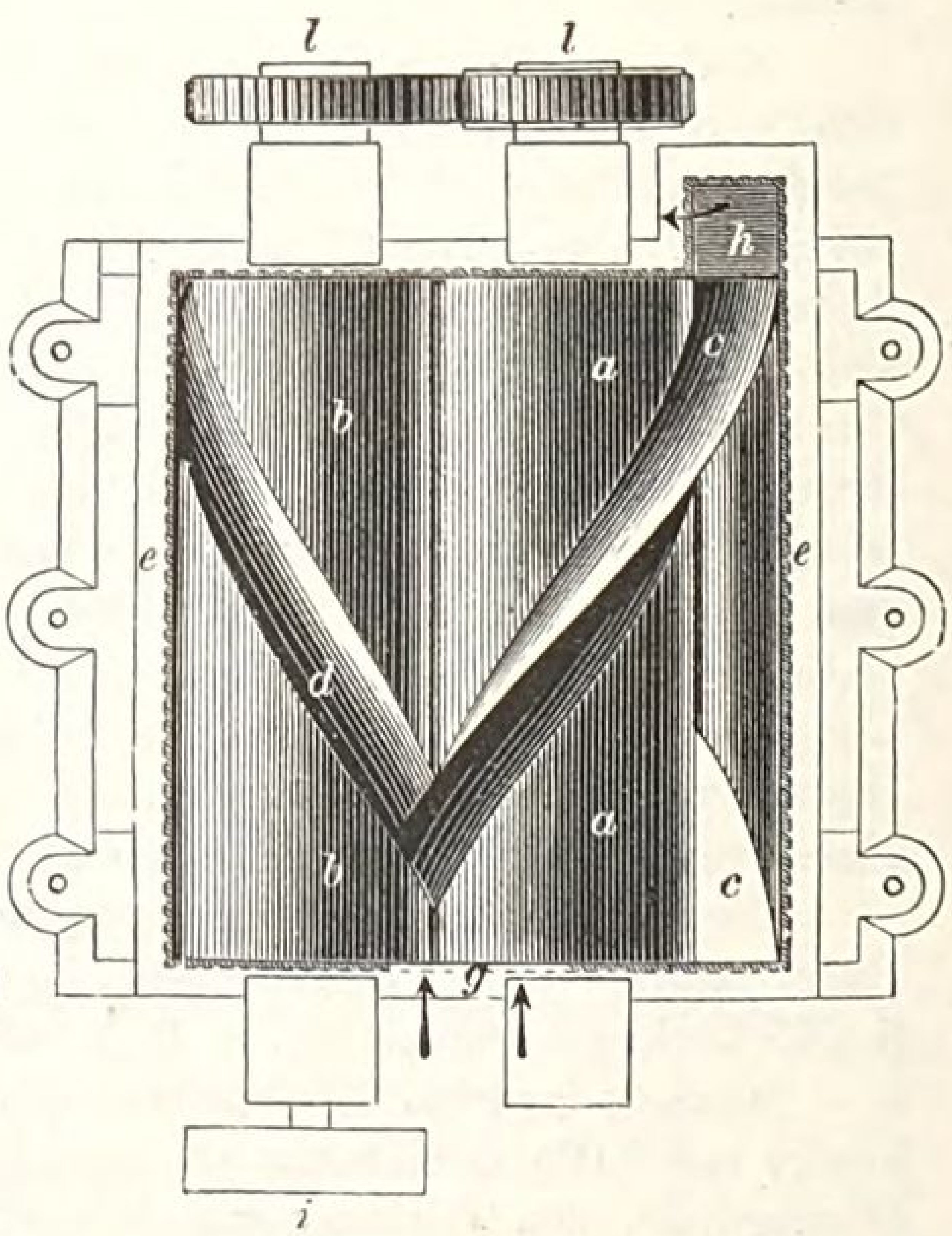


Fig. 470.



zu liefern, für welche das Centrifugalgebläse nicht mehr ausreicht; dass aber endlich für hohe Pressungen (über 600 Millimeter Wassersäule) sich bei dem Roots'schen Gebläse ein Arbeitsverlust herausstellt, welcher die Anwendung desselben für mittlere und grosse Hochöfen kaum räthlich erscheinen lassen wird. Ausführlicheres über diese Gebläse findet sich in dem hier benutzten Werke des Prof. Ledebur in Freiberg, welches betitelt ist: „Die Verarbeitung der Metalle auf mechanischem Wege". Braunschweig, 1877 (Abschnitt: „Roots'sches Gebläse", S. 76—82).

Seit dem Jahre 1878 macht in den betreffenden Kreisen eine Gebläsemaschine mit rotirenden Kolben Aufsehen, welche dem Ingenieur Krigar

(Firma: Krigar & Ihssen in Hannover) patentirt wurde[1]), die für höhere Pressungen als das Roots'sche Gebläse, bis zu 1000 Millimeter Wassersäule mit besonderem Erfolg und zwar geräuschlos arbeitet[2]).

Der grössere Cylinder *a* mit kreisförmigem Querschnitte, Fig. 469 und Fig. 470, ist mit (vorspringenden) schrauben(spiral-)förmigen Gängen oder Gewinden *c* ausgestattet, dagegen der kleinere Cylinder *b* mit entsprechenden schraubenförmigen Nuthen versehen. Beide Cylinder (oder Walzen) sind in einem cylindrischen Gehäuse *eef* eingeschlossen und laufen in entgegengesetzter Richtung um.

Die frische atmosphärische Luft tritt durch die Bodenöffnung *g* des Gehäuses in den Hohlraum des letzteren und wird bei Drehung der Walzen *a* und *b* vermittelst der Schraubengewinde *c* und *d* durch das Ausgangsrohr *h* gepresst. Beide Walzen sind durch Zahnräder (gleichsam) verkuppelt und werden durch einen über die Scheibe *i* gelegten Riemen in Umdrehung gesetzt.

Ein nach unserer Abbildung ausgeführtes derartiges Gebläse lieferte bei einer Austrittsöffnung von 15 Quadratcentimeter einen Niederdruck von 90 Millimeter Quecksilbersäule (d. h. von $\frac{90}{760} = \frac{6}{50}$ Atmosphären Pressung) und bei einer Ausströmungsöffnung von 5 Quadratcentimeter, einen Winddruck von 200 Millimeter Quecksilbersäule (d. h. von $\frac{200}{760} = \frac{1}{3,8}$ Atmosphären Pressung). Die Durchmesser der Walzen *a* und *b* betrugen (bei 400 Millimeter Länge) 200 Millimeter, während der Schraubengang *c* eine Höhe von 60 Millimeter hatte und die Zahl der Umläufe pro Minute 500 war[3]).

1) Deutsche Patentschrift Nr. 4121.

2) Hannoversches Wochenblatt für Handel und Gewerbe, Jahrgang 1878, Nr. 35, S. 466 etc.

3) Dem uns gütigst von der Firma Krigar & Ihssen zugestellten Preiscourante entlehnen wir nachstehende Tabelle:

Nummer	Theoret. Leistung pr. Tour in cbm	Tourenzahl pr. Minute	Effective Leistung pr. Minute in cbm	Maschinenpferdekraft bei 500 mm Wassersäule	Anzahl der versorgten Schmiedefeuer	Gewicht des zu schmelzenden Eisens in Kilogr. pr. Stunde	Preis des Gebläses in Mark
1	0,0028	400	1,0		1		100
3	0,0060	350	3,5		3		185
5	0,0149	325	4,4		5		350
7	0,0480	275	10,1		10		475
9	0,1302	200	24	4— 5	30	1500	1000
10	0,2604	200	47	5— 6	45	2500	1100
10a	0,361	200	62	6— 7	55	3500	1200
10b	0,542	200	95	8— 9	80	5000	1400
15	0,754	160	109	10—12	90	9000	2300
16	0,8484	160	122	11—13	110	10000	2500
17	1,0054	150	136	12—14	120	12000	2800
18	1,508	120	162	14—16	200	15000	3500
19	2,010	120	217	19—24	300	20000	4000

Die Saugmaschinen (Exhaustoren) der Gegenwart[1]).

(Ventilatoren.)

§. 27.

Es bedarf keiner besonderen Auseinandersetzung, dass alle in §. 26 besprochenen und erörterten Blasmaschinen mit höchst geringer Abänderung als zu Saugmaschinen (als Exhaustoren, Wetterräder oder Ventilatoren, je nach dem Zwecke ihrer Verwendung) umgestaltet werden können. Selbst das Wassertrommelgebläse (S. 550) lässt sich zum Saugen anordnen, sobald man die Fallröhre an der Stelle, wo sich die Schlucklöcher befinden, mit einem geeigneten Behälter umgiebt, in welchem die Röhre (die Wetterlutte) mündet, die man mit dem auszusaugenden Raume zu verbinden hat.

Am einfachsten erfolgt die Umgestaltung eines Bläsers zum Sauger beim sogenannten Glockengebläse, in letzterer Eigenschaft wohl auch „Harzer Wettersatz" genannt, indem man, mit Bezug auf Fig. 456, nur im Deckel *EH* des auf- und absteigenden Kastens oder der Glocke ein sich nach aussen öffnendes Ventil anzubringen nöthig hat, wodurch zugleich die Abführungsröhre *NO* wegfällt. Man kann aber auch die verdorbene Luft durch das eine Rohr (*ML*) ansaugen und durch das zweite Rohr (*NO*) wegblasen.

In grösstem Maassstabe scheint man in neuerer Zeit die Glockenmaschine (Machine pneumatique à cloche plongeantes) zur Ventilation (als Wettermaschine) auf der Steinkohlengrube zu Marihaye bei Seraing unweit Lüttich) in Anwendung gebracht zu haben[2]). Hier hat jede der vorhandenen zwei Blechglocken

1) Literatur: Ponson, Traité de l'exploitation des mines de Houille. Tome second. Liège 1853. Section V, Aérage mécanique, pag. 117—218.

v. Hauer, Die Ventilationsmaschinen der Bergwerke. Leipzig 1870.

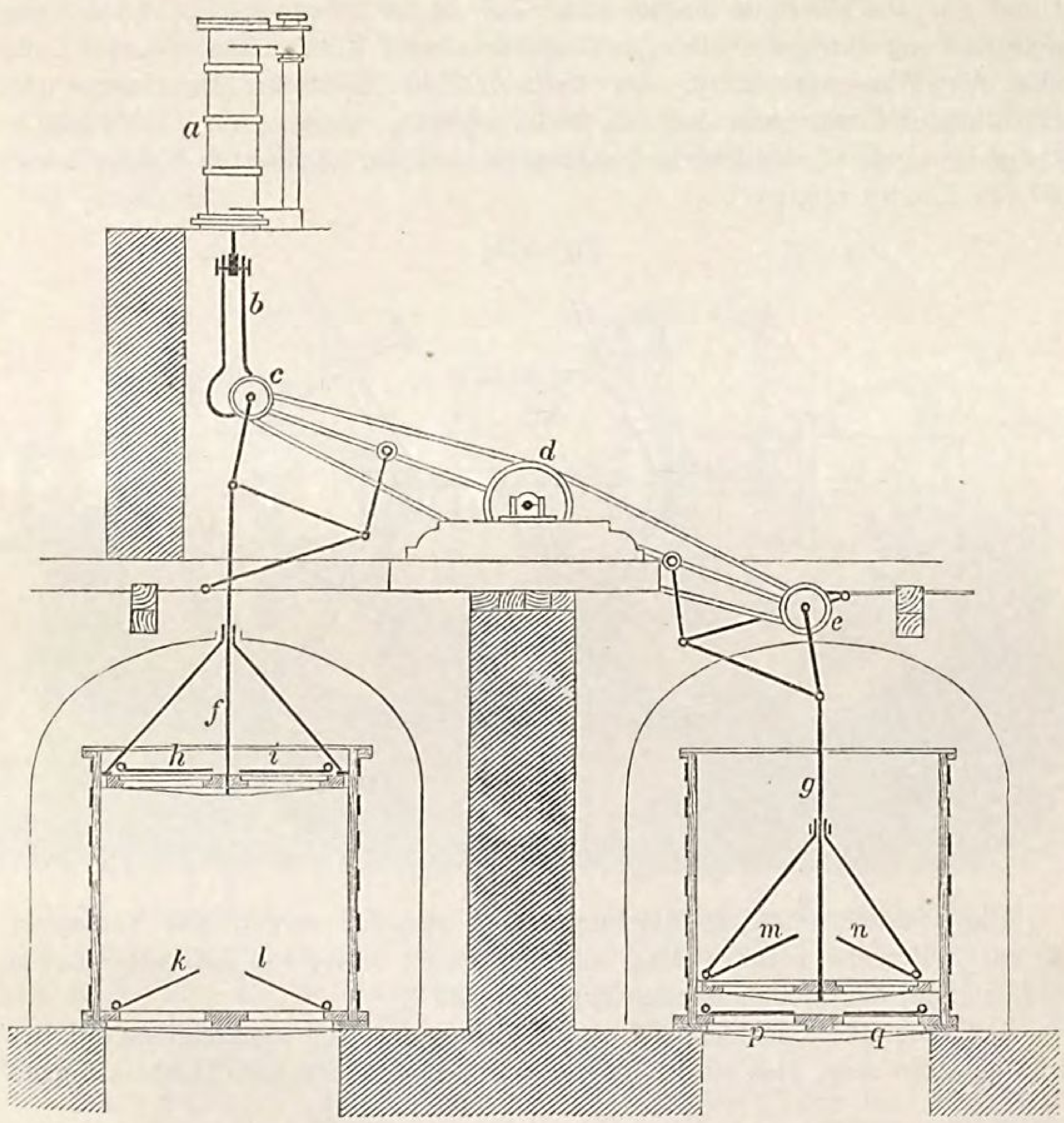
Lottner-Serlo, Leitfaden zur Bergbaukunde. Berlin 1873, zweiter Band, S. 242: „Die Wettermaschinen."

Letzteres Werk ist ganz besonders für das erste Studium der Wetterführung oder Wetterlosung (Versorgung der Gruben mit frischer atmosphärischer Luft) zu empfehlen. Der Bearbeiter der zweiten Auflage, Herr Bergrath Serlo, behandelt nach einander den natürlichen und künstlichen Wetterwechsel, zu welchem letzteren Abschnitte speciell die Wettermaschinen gehören.

2) Ponson, Traité de l'exploitation des mines de Houille. Tome second, pag. 133, Pl. XX.

3,66 Meter inneren Durchmesser und 2,60 Meter Höhe. Nach in unserer Quelle erörterten Versuchen saugt man mittelst dieses (durch Dampfmaschine betriebenen) Werkes pro Secunde nicht weniger als 5,428 Cubikmeter (191,70 Cubikfuss engl.) also 325,68 Cubikmeter (11502 Cubikfuss pro Minute) schlechte Luft

Fig. 471.

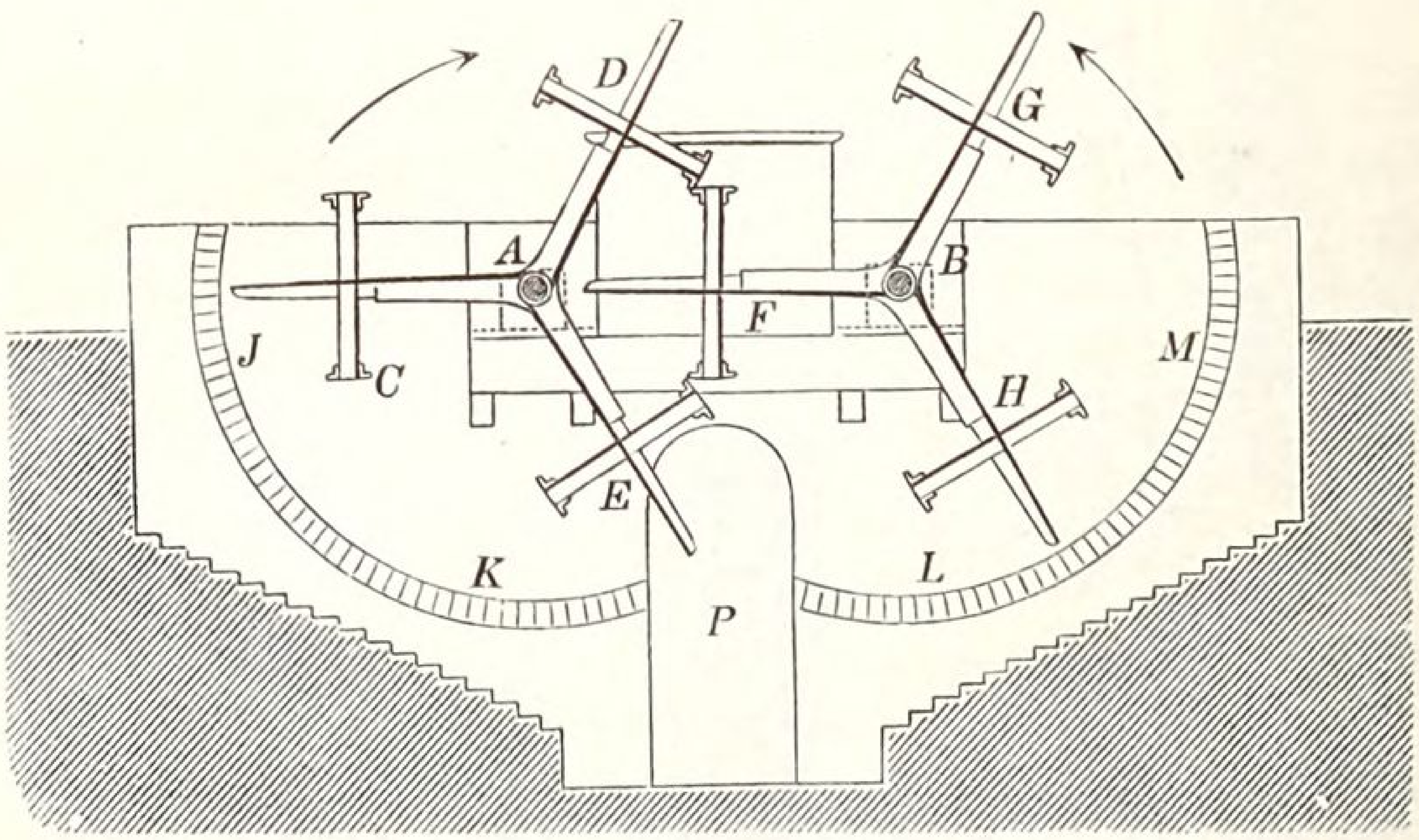


aus den Gruben, wobei das Wassermanometer 3,41 Centimeter Höhe (ca. $\frac{1}{300}$ Atmosphären) Ueberdruck zeigte. Die nützlich verrichtete mechanische Arbeit berechnet sich dabei zu 2,47 Pferdekräften, während die Betriebsdampfmaschine 6,20 Pferdekräfte übertrug, so dass sich der Wirkungsgrad allerdings nur zu $\frac{247}{620} = 0{,}397$ herausstellt.

Eine Kolbenmaschine für gleiche Zwecke von nicht minder colossalen Dimensionen zur Ventilation der Steinkohlengrube Hoffnung (Espérance) bei Seraing beschreibt ebenfalls Ponson in dem unten citirten Werke, wieder unter Beifügung schöner Abbildungen, wovon Fig. 471 eine Skizze ist [1]).

Der Durchmesser eines jeden der einfach wirkenden Cylinder beträgt 3,40 Meter, bei einem Kolbenhube von 1,90 bis 1,60 Meter, je nach der Geschwindigkeit der Betriebsdampfmaschine *a*. Im Boden eines jeden Saugcylinders befinden sich 20 grosse trapezförmige nicht ausbalancirte Klappen *kl* und *pq*. Die Maschine machte seiner Zeit in der Minute 9,4 bis 14,5 Kolbenspiele und sog durchschnittlich pro Secunde etwa 8 Kubikmeter schlechte Luft, wobei die Wassermanometer der Cylinder 140 Millimeter Depression und 62 Millimeter Compression bei 14,5 Kolbenspielen, dagegen nur 77 Millimeter Depression und 42 Millimeter Compression bei der geringsten Spielzahl von 9,40 pro Minute zeigten [2]).

Fig. 472.



Die wirklich nützliche Leistung stellte sich bei sorgfältigen Versuchen nur zu 23 Procent heraus. Man schreibt diesen schlechten Effect besonders auf Rechnung der nicht ausbalancirten Klappen [3]).

Letztbemerktes schlechtes Güteverhältniss der Kolbenmaschinen soll Ursache gewesen sein, dass sie in Belgien durch andere Saugmaschinen fast ganz

1) A. a. O. Pl. XIX.

2) Die Mechanismen zur Uebertragung der Bewegung von der Dampfmaschine *a* zum Balancier *cde* und weiter auf die Kolbenstangen *f* und *g* bedürfen wohl keiner Erörterung.

3) Man sehe über diese Maschine auch Lottner-Serlo, Leitfaden zur Bergbaukunde. 2. Bd., S. 246. Die Summen der Depressions- und Compressions-Manometerstände (beziehungsweise beim Auf- und Niedergange der ebenfalls mit Klappenventile *hi* und *mn* ausgestatteten Kolben, also 202 und beziehungsweise 119 Millimeter) können hier als Maass der verrichteten Arbeit dienen.

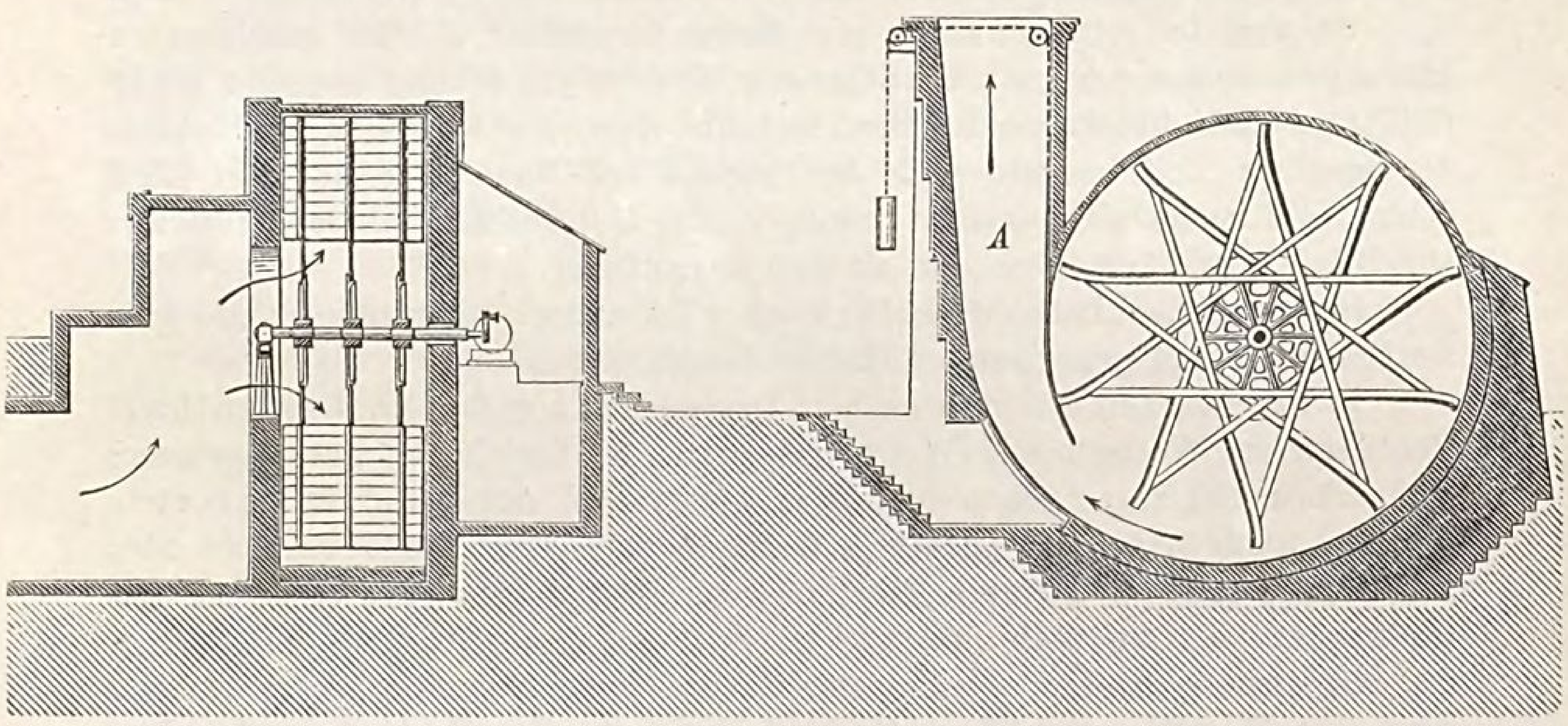
verdrängt wurden, bis ein System Mahaus auftrat, wobei die Kolben horizontal gelagert sind, die Ventilklappen sich pendelförmig bewegen etc., die Betriebsdampfmaschine mit ebenfalls horizontal gelagerten Cylindern zwischen den beiden Cylindern angebracht ist etc.

Das Güteverhältniss soll hier mehr als das Doppelte der vorigen Maschine, nämlich 0,65, betragen[1]).

Zu den Saugmaschinen, womit man in Belgien die Cylindermaschinen von Marihaye zu ersetzen bemüht war, gehört das Wetterrad oder der Saugventilator von Fabry, der sich in der Fig. 472 skizzirt vorfindet.

Man erkennt sofort, dass derselbe nichts anderes als eine modificirte „Pappenheimiania", S. 338, Fig. 290, ist, die eben sowohl saugend als pressend wirken kann. Bei der Saugwirkung muss die Drehung der Flügel um die Achsen A und B einander zugekehrt, also so gerichtet sein, wie es die beiden Pfeile bezeichnen.

Fig. 473. Fig 474.



Jedes der beiden Räder hat drei Arme, welche grosse Schaufeln tragen und mit Querarmen, wie F, E, C, D, G und H versehen sind, deren epicykloidale Enden, wie die Zähne zweier Zahnräder, in einander greifen[2]). Diese Räder hängen in Trögen IK und LM, welchen mittelst des Canales P die schlechte Luft zugeführt wird.

Nach Burat[3]) soll man den Radius der Räder 1,70 Meter, ihre Weite (rechtwinklig zur Bildfläche von Fig. 472) zu 2 bis 3 Meter und die Betriebsdampfmaschine zu 12 bis 18 Pferdekräften nehmen. Der Wirkungsgrad des

1) v. Hauer, Die Ventilationsmaschinen, S. 11, mit Abbildungen auf Tafel I.

2) Mit der Auffindung der entsprechenden Zahnformen haben sich mehrere Fachmänner beschäftigt, unter denen der Verfasser namentlich Weisbach (Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 1114 ff.) zum Studium empfehlen möchte. Nächstdem ist auch auf Ponson (a. a. O. Tome II, pag. 188 ff.) zu verweisen, endlich auch auf Lottner-Serlo (a. a. O. Bd. 2, S. 270 ff.).

3) Lottner-Serlo (a. a. O. S. 271).

Saugers, in Bezug auf die Dampfmaschinenarbeit, wird zu 0,52 bis 0,58 angegeben [1]).

Die zur Zeit beliebteste Saugmaschine zur Wetterlosung in Bergwerken ist der in Fig. 473 und 474 skizzirte Ventilator des belgischen Ingenieurs Guibal zu Mons. Unsere Skizzen sind einem (für praktische Zwecke) vortrefflich geschriebenen Artikel der unten notirten englischen Quelle entnommen [2]) und zwar beziehen sich die Abbildungen auf ein Exemplar dieses Ventilators, was in England für die Steinkohlengrube Thrislington (Ferryhill) 1869 in Gang gebracht wurde und gewaltige Dimensionen hat. Der Flügelraddurchmesser beträgt nicht weniger als 36 Fuss englisch oder fast 11 Meter (genauer 10,98 Meter) bei 12 Fuss (3,66 Meter) Breite. Zum Betriebe dient eine Dampfmaschine mit horizontalliegendem Cylinder von 30 Zoll Durchmesser und mit ebenfalls 30 Zoll Kolbenhub, wobei hervorgehoben werden muss, dass jede Transmission entbehrlich gemacht ist, indem man alle Anordnungen der Dimensionen so bemessen hat, dass die Dampfmaschinenarbeit direct auf den Krummzapfen übergetragen wird, den unsere Abbildung Fig. 473 erkennen lässt.

So weit bis jetzt Versuche mit diesem Ventilator an der bezeichneten Stelle unternommen werden konnten, sog derselbe pro Minute ungefähr 80000 Cubikfuss (2264 Cubikmeter) schlechte Luft, wenn das Flügelrad 70 Umläufe in derselben Zeit machte und der Depressions-Manometerstand $4^1/_2$ Zoll (114,30 Millimeter) Wassersäule betrug [3]). Das Güteverhältniss des Ventilators zur Betriebsdampfmaschine wird zu 0,64 angegeben.

In dem grossen Lobe des Guibal'schen Ventilators stimmen jetzt alle dem Verfasser bekannt gewordenen Urtheile überein [4]).

In neuester Zeit hat man auch in Deutschland angefangen, dem Guibal-Ventilator zur Wetterlosung (Wetterversorgung) der Steinkohlengruben grössere Aufmerksamkeit zu schenken und zwar indem man denselben als Pulsator (nicht aber als Aspirator) benutzt. Während man sonst das blasende oder Pulsationssystem für kleinere Maschinen zur Wetterversorgung einzelner Betriebspunkte als das beste und wirksamste Ventilationsmittel anerkannte und fast allgemein in Anwendung brachte, ist dasselbe bisher für grosse Ventilatoren zur Wetterlosung ganzer Grubenfelder fast nirgends einer praktischen Prüfung unterworfen worden.

Recht erfreulich ist daher die Thatsache, dass 1883 (?) in den von Arnim'schen Steinkohlenwerken zu Planitz bei Zwickau in Sachsen, ein grosser blasender Guibal-Ventilator zur Aufstellung gekommen [5]) ist, der sich bereits allseitige Anerkennung erworben hat.

1) Ponson (a. a. O. Tome second, pag. 203).

2) Institution of mechanical engineers. Proceedings 1869, pag. 133 unter der Ueberschrift: „On the various systems of ventilation of mines."

3) Bei 54 Umläufen pro Minute betrug die Depression (inlet) des Wassermanometers 2,60 Zoll, bei 80 Umläufen aber 6,25 Zoll.

4) Eine reichhaltige Zusammenstellung giebt Serlo in dem 2. Bande des Leitfadens zur Bergbaukunde, S. 264.

5) Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate. Bd. XXXII (1884), S. 159, unter Beigabe zweier Tafeln schöner Abbildungen.

Unsere Quelle (a. a. O. S. 161) berichtet, dass dieser Ventilator von 7 Meter Durchmesser und 1,7 Meter Breite, mit 8 Flügeln (construirt wie Fig. 474) bei 45 Umdrehungen pro Minute, in den Grubenbau 731 Cubikmeter frische Luft einführt und dass diese Leistung bis zu 100 Umdrehungen pro Minute gesteigert werden kann, wobei dann rund 1625 Cubikmeter Luft von 19 bis 20 mm Wassermanometer Pressung gefördert werden können.

Indem wir hinsichtlich weiterer Specialitäten auf unsere Quelle verweisen müssen, bemerken wir nur noch, dass in vorliegenden Fällen von neueren, schnelllaufenden (Centrifugal-)Ventilatoren wegen der für hohe Leistungen erforderlichen grossen Tourenzahlen und der dabei zu befürchtenden raschen Abnutzung der rotirenden Theile abgesehen wurde, die ausserdem namhafte Effectverluste und zwar besonders dann mit sich führen, wenn sie frei ausblasen[1]).

Wie ausgedehnt der Gebrauch dieser Ventilatoren als Sauger zur Wetterführung zur Zeit ist, lehren besonders die beiden unten notirten Berichterstatter[2]). Speciell giebt Serlo an, dass zur Zeit im Betriebe stehen sollen 69 in Belgien, 58 in Frankreich, 100 in England, 28 in Deutschland etc.

Nach letzteren Thatsachen könnten wir für unsere Zwecke und nach Aufführung vortrefflicher Literatur (namentlich bei Serlo-Lottner und bei v. Hauer) hiermit schliessen, machten es nicht besondere Umstände wünschenswerth, mindestens noch einiger Ventilatoren zu gedenken.

Der erste ist der zur Wetterlosung als Bläser wirkende Centrifugalventilator der englischen Steinkohlengrube zu Frammwellgate, den Cochrane in Newcastle in seinem vortrefflich geschriebenen, vorher citirten Aufsatze[3]) über die verschiedenen Systeme der Ventilation der Bergwerke, ebenfalls bespricht.

1) In neuerer Zeit haben namentlich die werthvollen Versuche des Oberingenieurs Mayer in Mährisch-Ostrau den geringen Effect der offenen (rasch laufenden) Ventilatoren klar nachgewiesen und deren Berechtigung nur für kurzlebige, vorübergehende Anlagen, wo Billigkeit allerdings die erste Bedingniss ist, sowie auch für solche Gruben, welche in ihren Wetterstrecken und Wetterschächten sehr beschränkte Querschnitte besitzen — auf das Ueberzeugendste „zahlenmässig" dargethan. Die Mayer'sche Arbeit findet sich abgedruckt in der Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen, Jahrg. 1882, Nr. 16 bis 25.

Schliesslich werde die Gelegenheit benutzt, auf eine werthvolle Arbeit des Herrn Althaus in Breslau über Wetterbewegung aufmerksam zu machen, welche im Jahrgange 1884 (Bd. 32) der vorgenannten Preussischen Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen von S. 174 bis 236 abgedruckt ist und worin namentlich D. Murge's „Essai sur les machines d'aërage" nebenbei (Bullet. d. l. Société d. l'indust. min., 1873, S. 445 und 1875, S. 747) vielfache Beachtung findet.

Althaus macht auch noch (a. a. O., S. 186, Note 2) auf Verbesserungen (Spiral-Einlauf und -Auslauf des Guibal-Typus aufmerksam, worauf Herrn Civilingenieur Kley in Bonn ein deutsches Reichspatent (Nr. 20 314) ertheilt wurde.

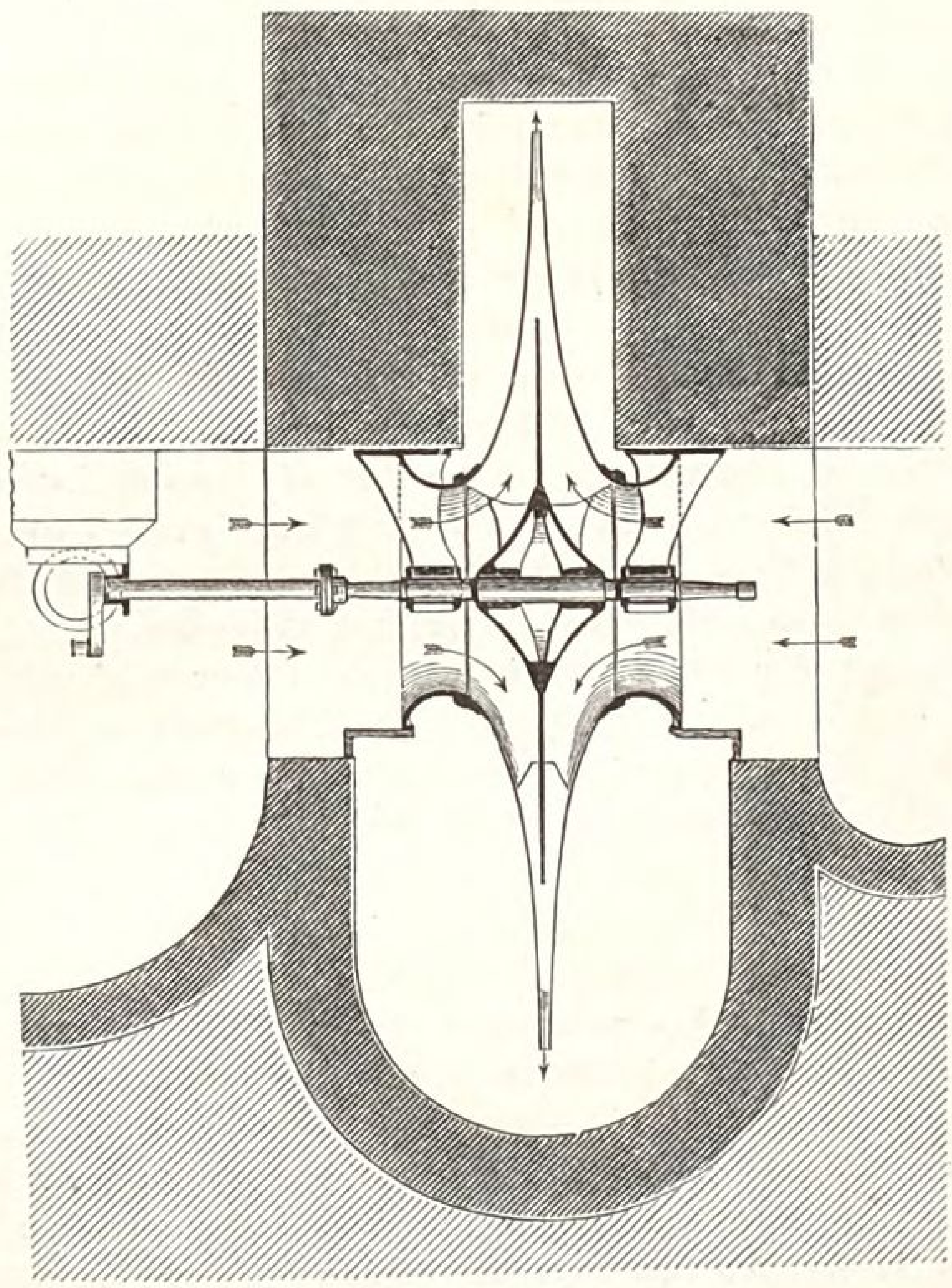
2) Serlo, Amtlicher Bericht der deutschen Centralcommission f. d. Wiener Weltausstellung. 1874, Bd. 1, S. 45, und das Freiberger Jahrbuch f. d. Berg- und Hüttenmann. 1872, S. 111.

3) Institution of mechanical engineers. Proceedings 1869, pag. 142.

Dieser Ventilator hat das Eigenthümliche, dass er nebst seiner Betriebsdampfmaschine unterirdisch aufgestellt ist.

Der Durchmesser dieses vortrefflich construirten Flügels (Fig. 475) beträgt nicht weniger als 22 Fuss englisch. Bei 102 Umläufen pro Minute soll diese Maschine 35 000 Cubikfuss Luft liefern bei einem Wassermanometerstande

Fig. 475.



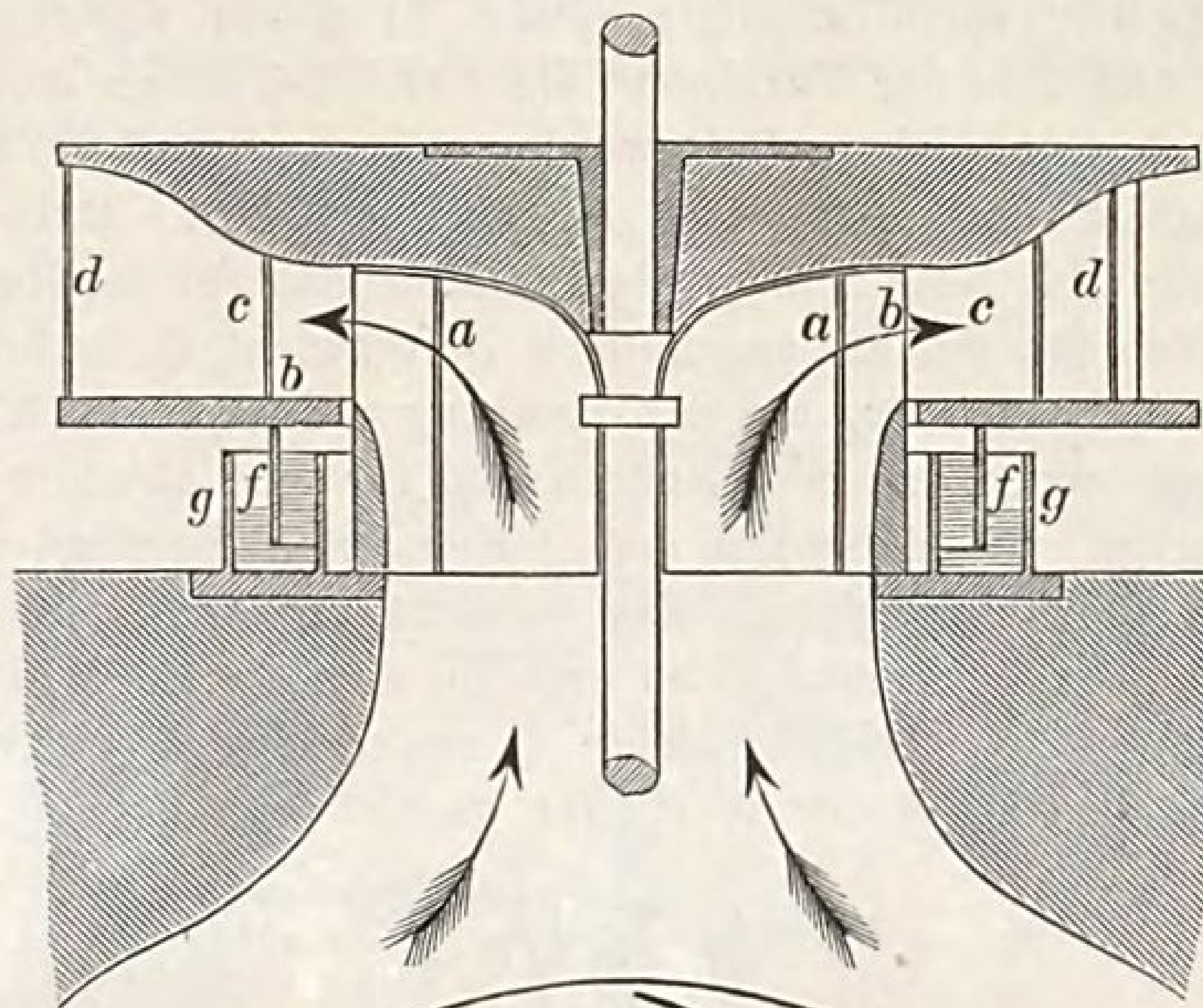
von 2,15 Zoll. Das Güteverhältniss in Bezug auf die Betriebsdampfmaschine soll 0,40 betragen. Noch andere Centrifugalventilatoren zur Wetterlosung englischer Steinkohlengruben beschreibt und erläutert unsere Quelle, von denen wir nur noch einen des Pelton-Kohlenwerkes (von Waddle construirt) anführen wollen[1]), der nicht weniger als $31^1/_3$ Fuss englisch (9,55 Meter) Durchmesser hat.

Hier am Schlusse der Mittheilungen und Erörterungen über Centrifugal-Ventilatoren hält es der Verfasser für Pflicht, einige geschichtliche Notizen nachzutragen, welche sich auf die Theorien beziehen, die seiner Zeit von Combes und Redtenbacher über diese Maschinen aufgestellt wurden.

1) Institution of mechanical engineers. Proceedings 1869, pag. 142, Pl. 30 und 31.

Combes war der Erste, welcher (1839 im 15. Bande der Annales des mines, pag. 91, 210 etc.) eine richtige, auf das Princip von der Erhaltung der lebendigen Kräfte basirte Theorie aufstellte, wobei er u. A. bemüht war nachzuweisen, dass für Saugzwecke, die in den hier skizzirten Abbildungen Fig. 476 und 477 gegebene Form die zweckmässigste sei.

Fig. 476.



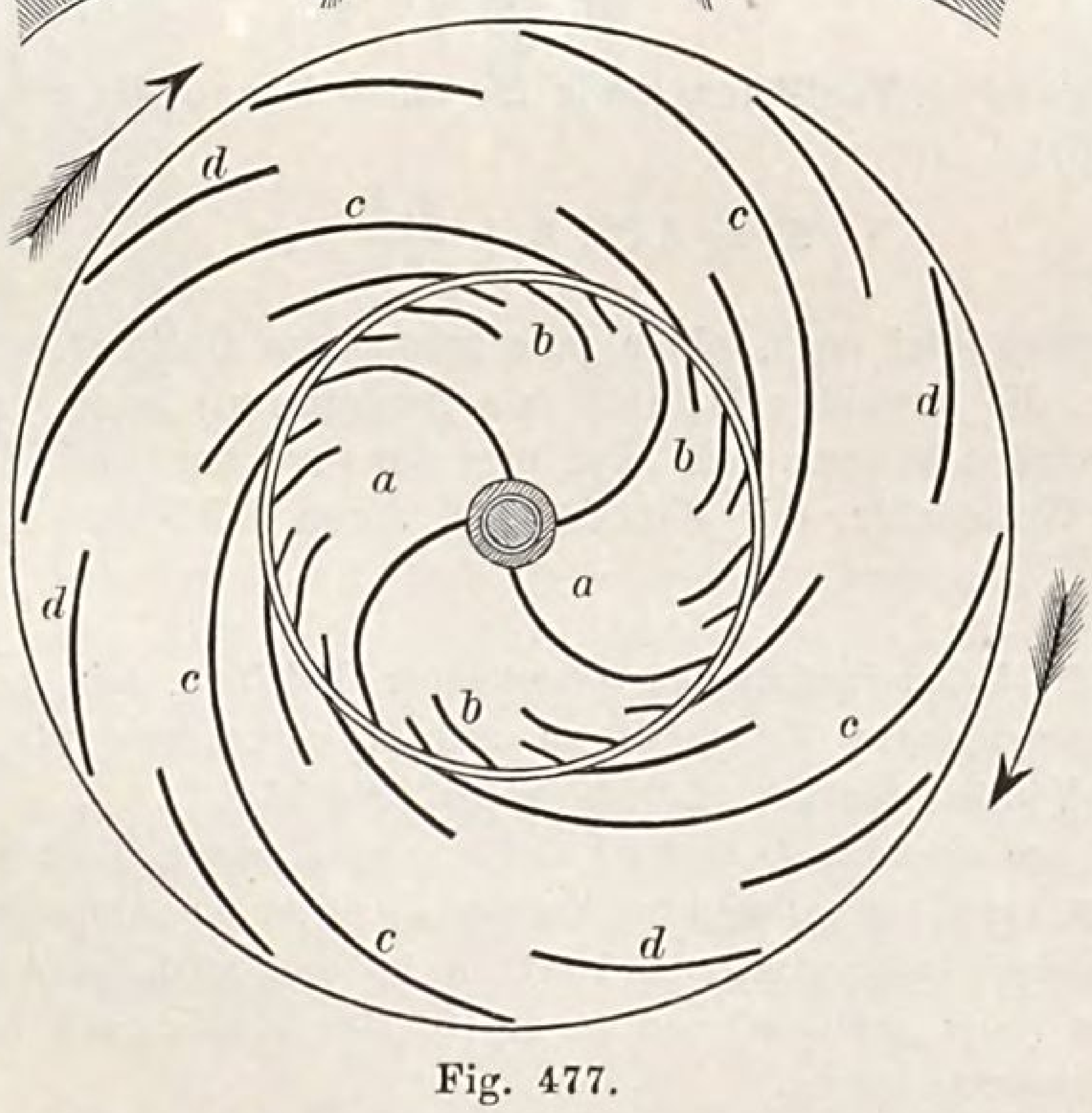


Fig. 477.

Sowohl der Leitcurvenapparat *ab*, wie das Laufrad *cd* sollten beide gekrümmte Leit- und beziehungsweise Arbeitsflächen erhalten und insbesondere die Krümmung der Radcurven so genommen werden, dass die convexe Seite (bei der Bewegung) vorangeht, d. h. dass nach der Rittinger'schen Sprechweise zurück gekrümmte Flügel in Anwendung gebracht werden sollten.

Um beim Arbeiten nur Grubenluft, nicht aber auch atmosphärische Luft anzusaugen, liess Combes einen mit dem Flügelrade *cd* verbundenen Hohl-

cylinder *ff* umlaufen, der (ohne Boden) in ein geeignetes Wassergefäss *gg* tauchen sollte. Behauptet wird, dass sich diese Methode nicht bewährt habe, weil das Wasser herausgeschleudert worden wäre, deshalb brachte Rittinger ein anderes Verfahren zur Erzeugung eines luftdichten Verschlusses in Anwendung, worüber S. 187 seines Werkes über Centrifugal-Ventilatoren nachzulesen ist.

Redtenbacher vervollständigte (1844) in einem Anhange zu seinem Werke „Theorie und Bau der Turbinen" die Combes-Theorie dadurch, dass er die Bedingungen angab, welche erfüllt werden müssen, damit die Luft aus dem Leitcurvenapparate *ab* ohne Stoss in das Rad *cd* tritt. Dabei gelangte er zu der bereits Seite 574, Note 2 angegebenen Gleichung für die Nutzarbeit $= \mathfrak{A}$, welche aufzuwenden ist, um das secundliche Luftgewicht Q, während es durch das Rad geht, von der Dichte, die der Pressung p entspricht, bis zur Dichte der grösseren Pressung p_1, zu comprimiren und ihr eine absolute Geschwindigkeit w zu ertheilen. Bezeichnet b den vorhandenen Barometerstand, Δ die Dichte der Manometerflüssigkeit, Δ_1 das Gewicht der Cubikeinheit Luft und h den betreffenden Manometerstand, so ergeben sich statt S. 574 die Annäherungswerthe, wenn $\mathfrak{V}$ das dem Gewichte Q entsprechende Luftvolumen, also $Q = \Delta \mathfrak{V}$ ist, und da statt p der Werth $b \Delta$ gesetzt werden kann, schliesslich:

$$\mathfrak{A}_1 = b \Delta \mathfrak{V} \left(\frac{h}{b-h}\right) + \frac{\Delta_1 \mathfrak{V}}{2g} \cdot w^2 \text{ [1]}$$

für den saugenden Ventilator, sowie für einen blasenden Ventilator (ganz so wie S. 575):

$$\mathfrak{A}_2 = \Delta \mathfrak{V} \,.\, h + \frac{\Delta_1 \mathfrak{V}}{2g} \cdot w^2.$$

Es erübrigt jetzt noch, einer ganz besonderen Gattung von Ventilatoren zu gedenken, die sowohl saugend (als Aspiratoren) oder drückend (als Pulsatoren) wirken können. Es sind dies die sogenannten Windrad-Ventilatoren (Wetterräder mit Windflügeln), deren Wirkungsweise wie die der

1) Um die Uebereinstimmung vorstehender Gleichung mit den Rittinger-schen dynamometrischen Versuchen zu zeigen, entnehmen wir dessen Werke („Centrifugal-Ventilatoren", S. 250) folgendes Beispiel:

Es sind pro Secunde $\mathfrak{V} = 2{,}80$ Cubikmeter atmosph. Luft aus einer Grube zu saugen, während das vorhandene Wassermanometer eine Depression von 0,04 m zeigt, der Quecksilber-Barometerstand 0,74 m ist und w durch Anbringung eines Auslaufshalses (oder Diffusers) von 10 m (S. 185 Rittinger) auf 4 m herabgezogen (vermindert) wurde.

Man erhält ohne Weiteres, da beim Wassermanometer $\Delta = 1000$ Kil. ist und das spec. Gewicht des Quecksilbers 13,6 ferner $\Delta_1 = 1{,}3$ gesetzt werden kann:

$$\mathfrak{A}_1 = 0{,}74 \,.\, 13{,}6 \,.\, 1000 \,.\, 2{,}8 \cdot \left(\frac{0{,}04}{0{,}74 \,.\, 13{,}6 - 0{,}04}\right) + \frac{1{,}3 \,.\, 2{,}8}{2 \,.\, 9{,}81} \cdot (4)^2.$$

Vernachlässigt man die Depression 0,04 im Nenner, so folgt:

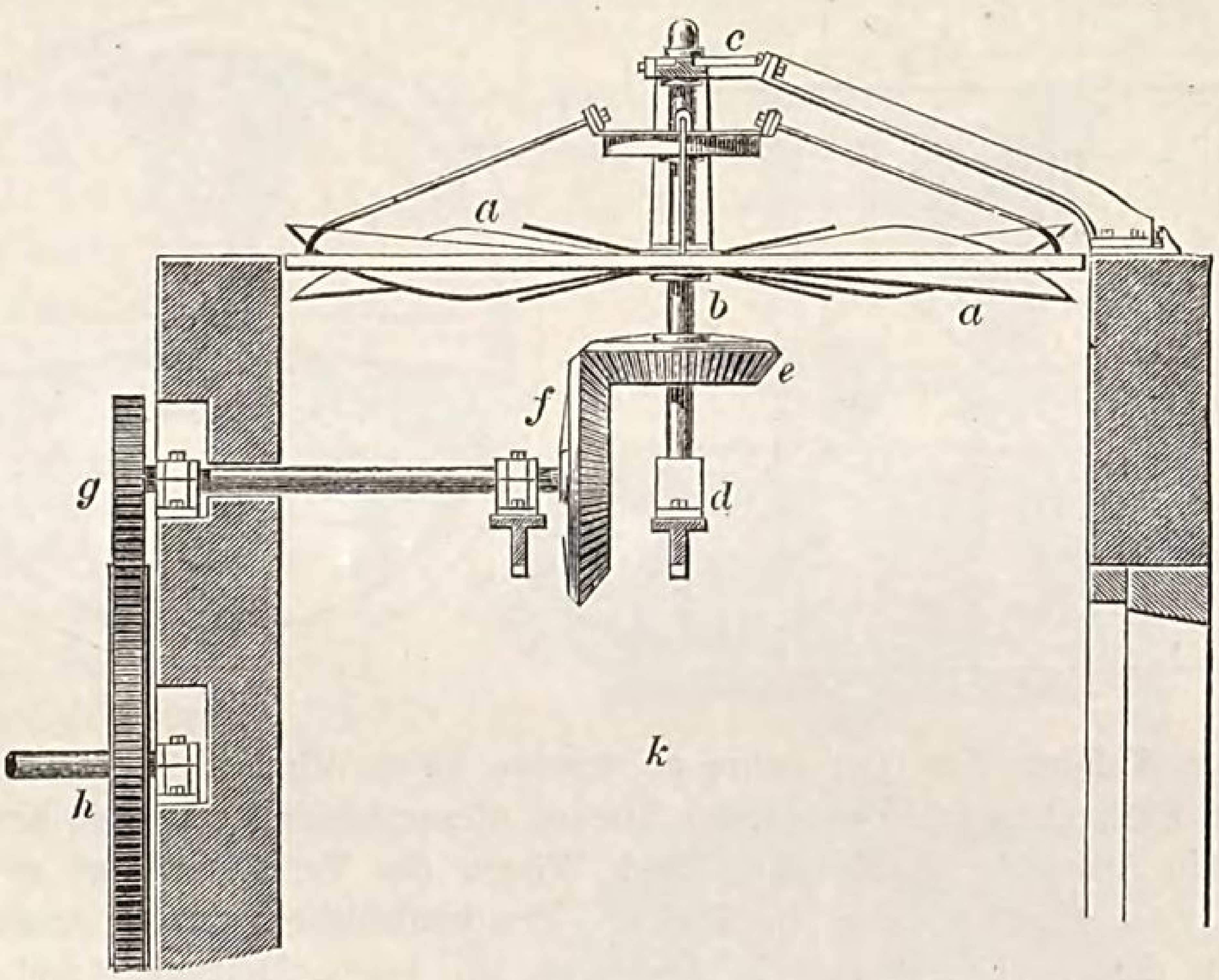
$\mathfrak{A}_1 = 1000 \,.\, 2{,}8 \,.\, 0{,}04 + 1{,}3 \,.\, 2{,}28 \,.\, 0{,}051 \,.\, 16$, d. i.

$\mathfrak{A}_1 = 112 + 2{,}97 = 114{,}97$ mk., wofür Rittinger findet $\mathfrak{A}_1 = 115$ mk.

Windräder, letztere passiv gedacht (durch irgend einen Motor in Umdrehung gesetzt), zu beurtheilen ist und deren allgemeine Anordnung ganz den Flügel-Anemometern mit sogenanntem Atmosphärenring entspricht, welche Bd. I, S. 136—138 (zweite Auflage) hinlänglich erörtert wurden[1]).

Obwohl derartige Windradventilatoren unter dem Namen „Radventilatoren" für Räume (Zimmer), welche Menschen zum Aufenthalte dienen, seit mehr als hundert Jahren (an Fenstern etc.) bekannt sind[2]), so haben dieselben doch erst wieder seit Anfang der 50er Jahre allgemeinere Anwendung gefunden.

Fig. 478.



Von den betreffenden Beispielen entlehnen wir zuerst dem unten notirten Werke[3]) einen vom belgischen Ingenieur Lesoinne in der Grube Grand Bac bei Lüttich am Anfange der 50er Jahre aufgestellten Ventilator, der wahrscheinlich noch im Betriebe ist. Die hier Fig. 478 gegebene Abbildung des Lesoinne'schen Windrad-Saugventilators *ab* bedarf mit der Lagerung seiner senkrechten Welle *cd* ebensowenig einer Erörterung wie hinsichtlich der beiden Zahnradvorgelege *ef* und *gh*, wodurch diejenige grössere Umlaufszahl des Windrades *ab* erreicht wird, welche die Betriebsdampfmaschine direct nicht

1) Eine brauchbare Theorie der Windrad-Ventilatoren hat nach Wissen des Verfassers zuerst Weisbach in seiner Ingenieur-Mechanik Bd. III (zweite Abtheilung, erste Auflage), S. 1158, §. 448 geliefert.

2) Die Erfindung der Windradventilatoren, richtiger die Anwendung der alten Windräder zur Ventilation, wird (1741) einem Engländer Hales zugeschrieben.

3) Ponson, Traité de l'exploitation des mines de Houille. Tome II, pag. 133, Pl. XX (Liège, 1852).

liefert. Bei einer Depression von 5 bis 13 mm Wassermanometer sollen diese Räder mit 25 bis 26 Procent Nutzeffect arbeiten. In den speciellen Fällen, wo man diese Ventilatoren zur Wetterlosung belgischer Steinkohlengruben verwendet, soll man (beispielsweise) mit denselben pro Secunde 7,50 bis 9,0 Cubikmeter schädliche Luft aussaugen, wenn die Durchmesser der Räder 2,66 bis 2,70 m betragen und die Windräder beziehungsweise 170 und 201 Umläufe pro Minute machen [1]).

Zwei Lesoinne'sche Windräder sind, nach v. Hauer [2]), am Antoniusschachte zu Witkowitz in Böhmen im Betriebe.

Fig. 479.

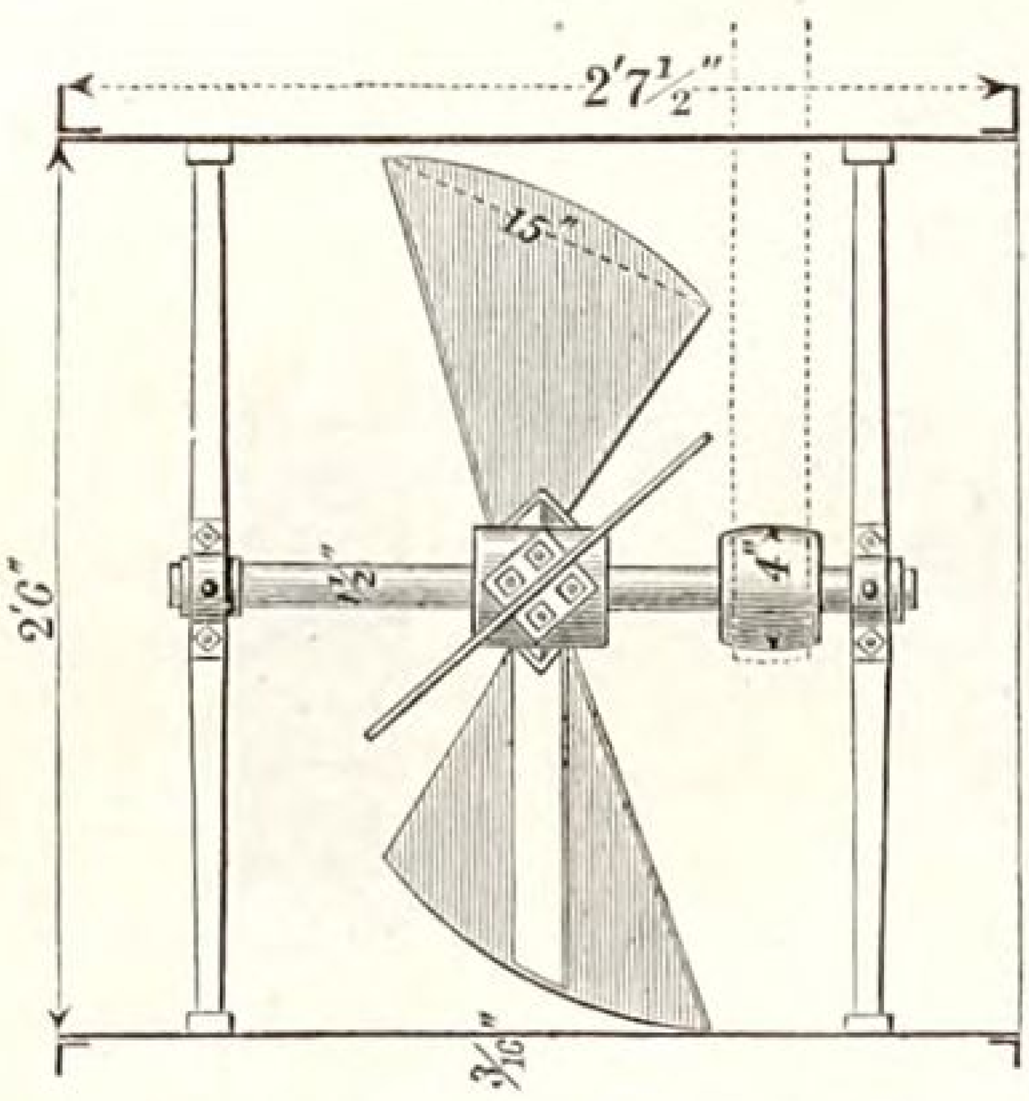
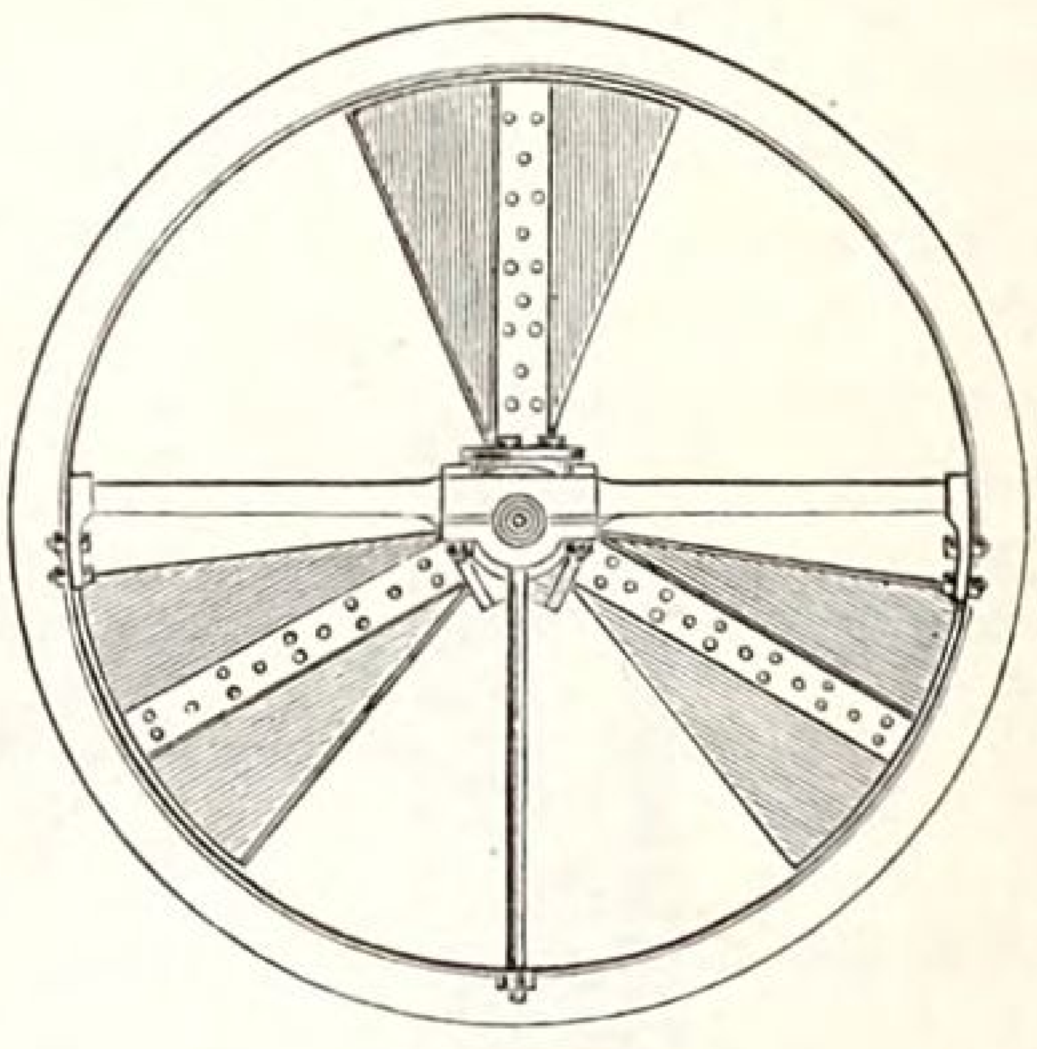


Fig. 480.



Vom Anfange der 60er Jahre an wurden diese Windradventilatoren vielfach zum Eintreiben (als Pulsatoren) frischer atmosphärischer Luft in Krankenhaussäle in Anwendung gebracht. Nach Wissen des Verfassers war es zuerst ein Dr. van Hecke, der in Pariser Krankenhäusern davon Anwendung machte [3]), dem nachher Haag in Augsburg bei seinen Heizungs- und Ventilationseinrichtungen folgte [4]). In der Provinz Hannover wurde eine Haag'sche mechanische Ventilation durch Pulsation zuerst bei der neuen Hebammen-Lehranstalt zu Hannover in Anwendung gebracht [5]), die sich sehr gut bewährte und wovon Fig. 479 und 480 das zugehörige Windrad darstellen.

Die eingeschriebenen Maasse sind hannoversche (1 Fuss = 0,292 Meter). Contractlich war festgesetzt, dass ein Ventilator von 2 Fuss Durchmesser bei

1) Man sehe über diese belgischen Wettersauger auch Lottner-Serlo, a. a. O. Bd. II, S. 268 und Weisbach-Herrmann's „Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik". Dritter Theil. Zweite Auflage (1880), zweite Abtheilung, S. 1247.

2) Die Ventilationsmaschinen der Bergwerke, S. 58. Leipzig 1870.

3) Morin, „Études sur la Ventilation". Paris 1863. Daselbst, Tome I, §. 315, pag. 478.

4) Dingler, Polytechn. Journal. Bd. 163 (1862), S. 50 etc.

5) Baurath Funk, im X. Bande (1864), S. 292 der Zeitschrift des hannov. Arch.- u. Ingenieur-Vereins. (Obige Figuren sind genaue Copien unserer Quelle, Seite 298).

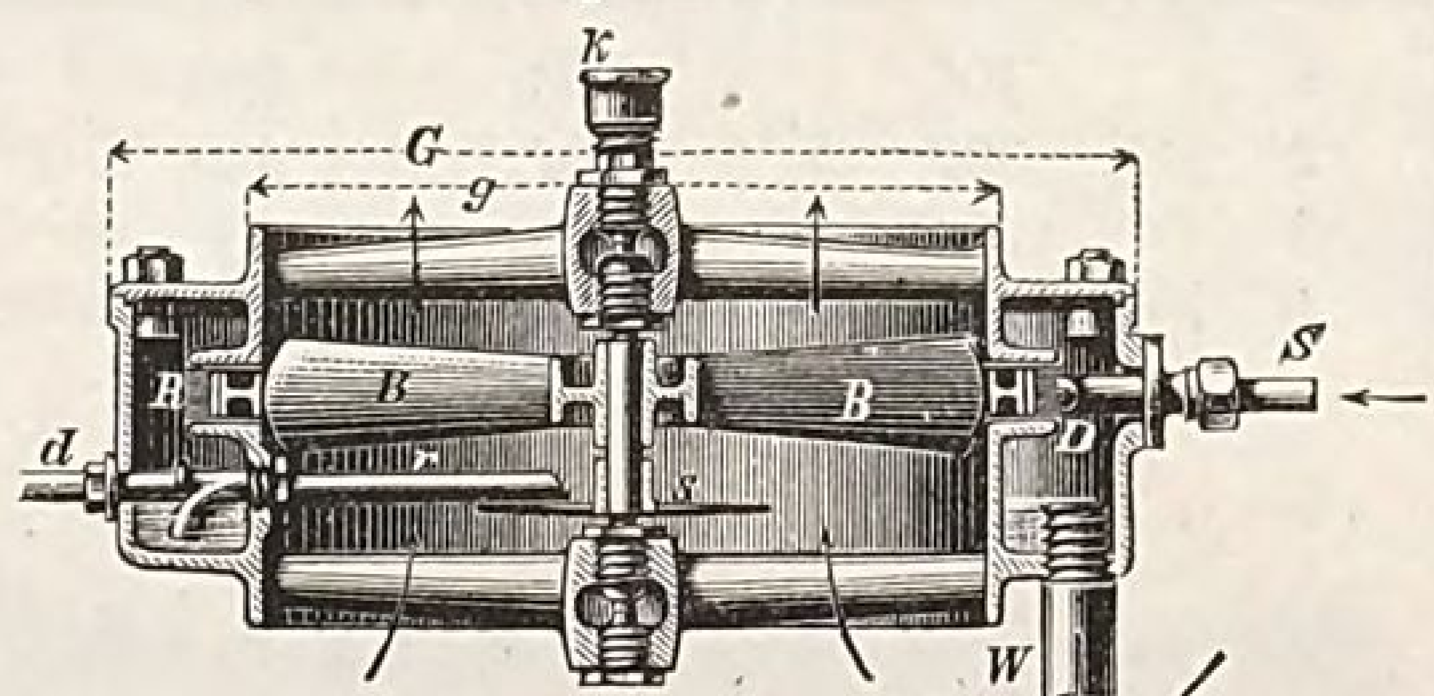
60 Umgängen des Schwungrades der Dampfmaschine 70000 Cubikfuss atmosphärische Luft pro Stunde einführen sollte. Bei den sorgfältig angestellten Versuchen lieferte jedoch der von Haag ausgeführte Ventilator bei den angenommenen 60 Schwungradumdrehungen und correspondirenden 450 Umdrehungen des (durch einen Riemen bewegten) Flügels viel mehr, nämlich 122000 Cubikfuss pro Stunde. Diese um 74 Procent grössere Leistung wurde Seitens der Experimentatoren im Wesentlichen dem grösseren Durchmesser des Windrades ($2^1/_2$ Fuss statt 2 Fuss) zugeschrieben.

Das grösste bei den Versuchen gemessene Quantum frischer (zugeführter) atmosphärischer Luft betrug 193900 Cubikfuss pro Stunde, wobei der Flügel pro Minute 710 und das Schwungrad der Dampfmaschine (gleichzeitig) 95 Umläufe machte.

Ebenfalls mit Erfolg wurde 1883 in der Landes-Irren-Anstalt zu Göttingen eine der Anordnung nach gleiche Ventilation in Anwendung gebracht, worüber in der unten angegebenen Quelle ausführlich berichtet wird[1]).

Ebenfalls sehr zufriedenstellend arbeiten derartige Windradventilatoren und zwar sowohl als Pulsatoren wie als Aspiratoren in folgenden dem Verfasser (in und um Hannover) bekannten grösseren Fabriken, als die (grosse) mech. (Sammet-)Weberei in Linden, die Schmirgelfabrik in Hainholz und die Wollkämmerei in Döhren.

Fig. 481.



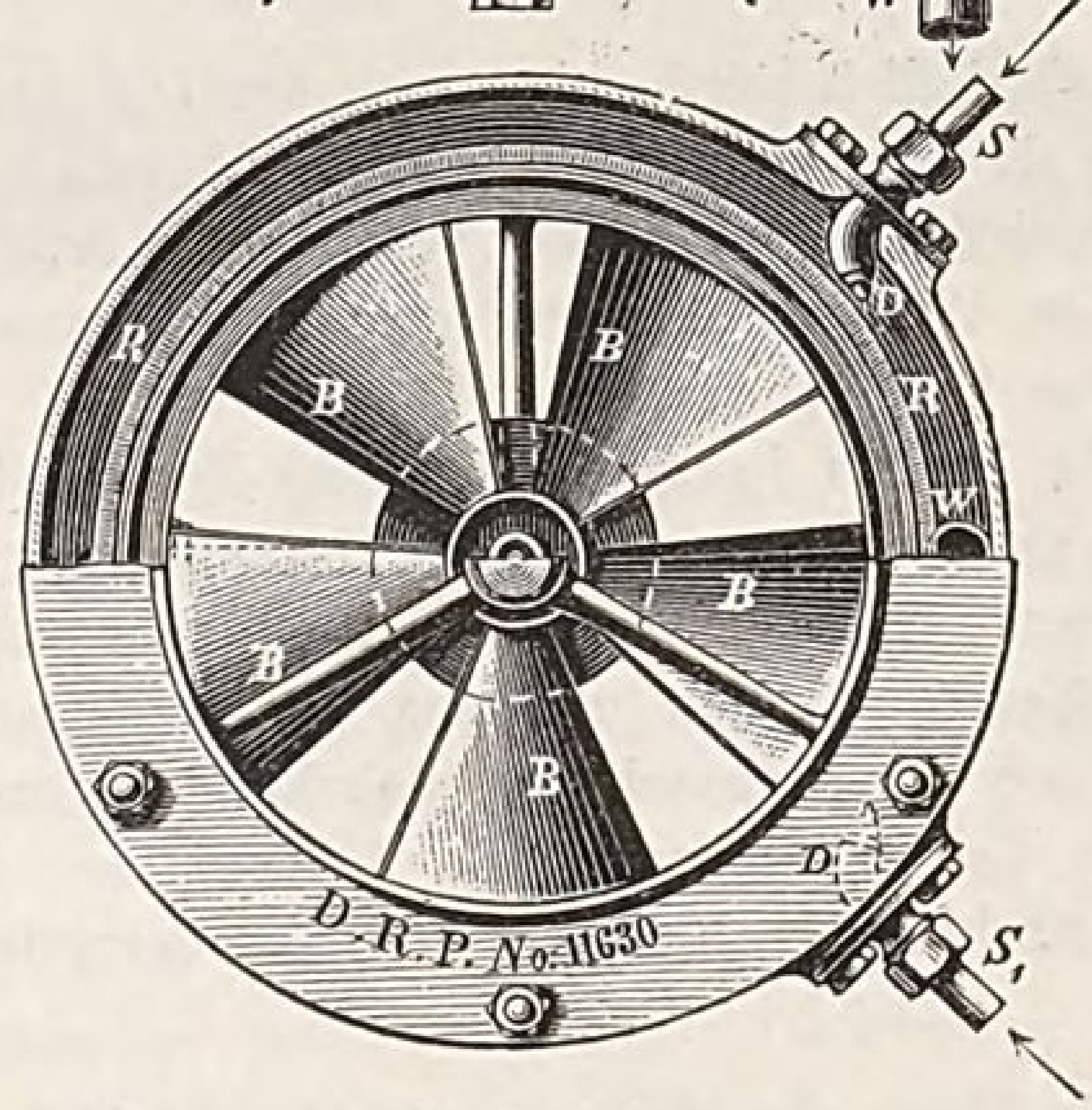


Fig. 482.

Zum Zwecke der Reinigung und Frischung der Zimmerluft, namentlich zur (möglichsten) Befreiung von lästigem Tabaksrauche, wendet man seit einiger Zeit sogenannte Wasserdruck-Ventilatoren an, d. h. Windräder, welche durch kleine Wasserräder, am zweckmässigsten durch Turbinen, in Umdrehung gesetzt werden.

Von Ventilatoren dieser Anordnung sind dem Verfasser namentlich die geräuschlos arbeitenden (Kosmos-Ventilatoren benannten) der Firma: Actiengesellschaft Schäffer & Walcker in Berlin[2]) als wirksam und zweckent-

1) Eisenbahnbau-Inspector Rasch im XIII. Bande (1867) der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins.

2) Berlin, SW., Lindenstrasse 18. An Patenten des „Deutschen Reichs"

sprechend bekannt. Fig. 481 und 482 zeigen diesen Ventilator im senkrechten Durchschnitt und in der Ansicht von oben.

Hierbei ist das bewegte Windrad mit dem Buchstaben B und das (bewegende) von Druckwasser getriebene Turbinenrad mit dem Buchstaben R bezeichnet. Der Wasserstrahl, welcher gegen die Turbinenschaufeln wirkt, tritt bei S oder bei S_1 aus einem entsprechend hoch gelegenen Wasser-Sammelbassin in das Laufrad, wobei eine Düse D (als konische Ansatzröhre, aus welcher das Wasser fliesst) die Drehrichtung bestimmt.

Der Abfluss des Wassers geschieht durch ein Rohr W. Nachstehende kleine Tabelle giebt weitere Auskunft über den beschriebenen Ventilator:[1])

Grösse der Apparate	Luftmenge in Cubikmetern, stündlich bei 3-4 Atmosph. Druckwasser.	Wasserverbrauch pro Stunde in Cubikmetern	Abmessungen Durchm. G in Millimetern		Windrad-Durchmesser	Preise in Mark
1	100	0,03	220	160	150	60
2	300	0,07	360	260	250	130
3	700	0,15	500	365	350	180
4	1200	0,20	600	465	450	200

Zusatz.

Nachträglich werde hier noch der **Dampf- und Luft-Strahlgebläse** gedacht, die auf demselben Principe beruhen, wie das sogenannte Wassertrommelgebläse (S. 550, Fig. 453), nur dass man zu ihrem Betriebe nicht fliessendes Wasser, sondern gespannte Wasserdämpfe oder gepresste atmosphärische Luft verwendet.

Wie bereits in gegenwärtigem Werke (Bd. III, zweite Auflage, S. 323, Note 3) erwähnt wurde, ist die Heranziehung, das Ansaugen von Luft durch ausströmende **Dampfstrahlen**, ein sehr altes Bemühen, von **Vitruv** bereits gekannt gewesen und der Vorgang zuerst **bestimmt** von **Philibert de Lorme** im sechszehnten Jahrhundert ausgesprochen worden. Als man sich um die Zugerzeugung in Locomotiven bemühte, wird zuerst **Trevithik**[2]), nachher **Nicholson** u. A. für derartige Bestrebungen genannt; erfolg-

besitzt die Firma die Nummern 11 630, 16 730, 16 938 und 20 982. Die Clichées zu vorstehenden Abbildungen (Fig. 481 und 482) verdankt der Verfasser der Güte der Herren **Schäffer & Walcker**.

1) Bei Luftmengen von (stündlich) 1500—6000 Cubikmetern werden (zum Betriebe) Druckwassersäulen von 4—6 Atmosphären erforderlich etc. etc. Die Durchmesser der Wasserzuflussrohre $S S_1$ variiren von 10 bis 20 Millimeter. Die des Abflussrohres W von 15 bis 40 Millimeter. Durch einen besonderen Zulauf d kann eine Wasserzerstäubungsvorrichtung s in Action gesetzt werden.

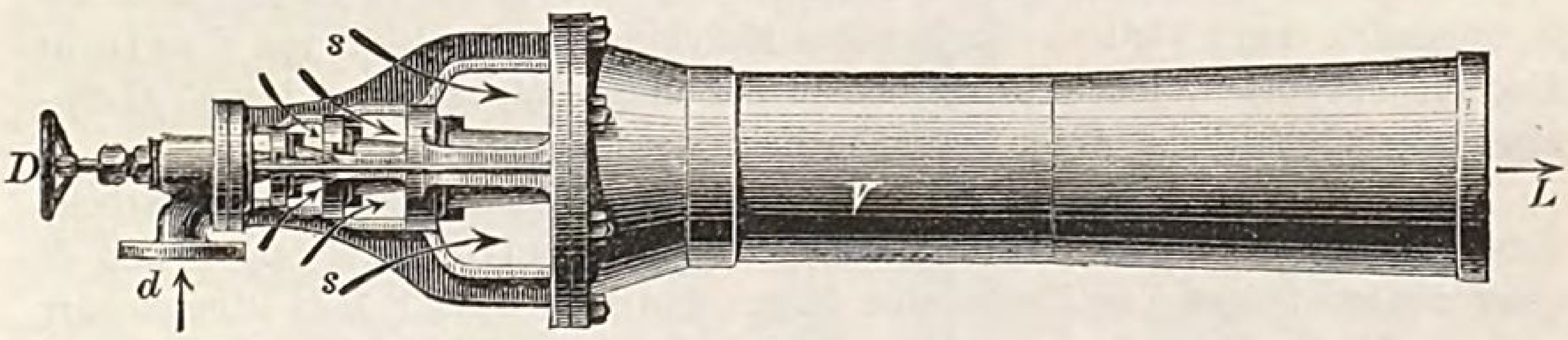
2) Allgemeine Maschinenlehre Bd. III. 2. Auflage, S. 323.

reich gelang die Sache jedoch zuerst den Engländern Hackworth und Stephenson[1]). Für Cupoloöfen sollen von 1865 ab die Gebrüder William, Adam, Robert und John Woodward in Queens Foundry (Manchester) eine Art von Dampfstrahlgebläse patentirt erhalten und auch in Anwendung gebracht und William Siemens in London 1870 ein Patent auf die Fortführung von Luft vermittelst Ansaugen durch einen Dampfstrahl genommen haben[2]). Siemens wollte damit besonders das Unterwindgebläse für Generatoren schaffen, indem er annahm, dass sich die feuchte Luft besonders für den Generator-Betrieb gut eignete. Leider war die Ausführung dieser Strahlgebläse nicht besonders gut, so dass deren Anwendung keine Verbreitung fand.

Erst Ernst Körting (in Firma Gebrüder Körting) in Hannover war es vorbehalten, die Anordnung der Strahlgebläse (wie überhaupt die Strahlapparate) im Anfange der siebziger Jahre derart zu vervollkommnen, dass ihnen eine dauernde Verwendung im Gebiete der praktischen Technik gesichert wurde. Insbesondere benutzte man dieselben zur Ventilation, für Bergwerkszwecke in Gruben (Schächten, Stollen u. dgl.), ferner als Unterwindgebläse bei Gasgeneratoren, Flammöfen u. dgl. m.[3])

Weniger vortheilhaft zeigten sich die Dampf-Strahlgebläse überall da, wo grössere Windpressungen erforderlich sind[4]) und geradezu unbrauchbar zeigten sie sich, sobald trockene Luft erforderlich wird, wie dies namentlich bei Schmiedefeuern der Fall ist.

Fig. 483.



Um die von E. Körting vervollkommneten Apparate wenigstens durch ein Beispiel zu illustriren, wählt der Verfasser das mit comprimirter atmosphärischer Luft (statt des Wasserdampfes) betriebene (also Luftstrahl-) Gebläse, wovon die Firma bereitwilligst das Clichée vorstehender Holzschnittfigur zur Benutzung überliess.

1) Engineering vom 29. November 1867.

2) Engineering, Nov. 1871, pag. 344.

3) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1875 (Bd. XIX), S. 662. Vortrag des Herrn Bernhard Körting im Hannoverschen Bezirksvereine. Weiteres findet sich in

Ledebur's Buche „Die Verarbeitung der Metalle" S. 82 etc. und in

Weisbach-Herrmann's „Lehrbuche der Ing.- u. Maschinen-Mechanik", dritter Theil, zweite Abth., zweite Aufl., §. 214.

4) Auch theoretisch erwiesen durch v. Reichenbach im Jahrbuche der k. k. Bergakademie Leoben etc., Bd. 23, S. 322.

Die Abbildung Fig. 483 gehört zugleich zu derjenigen speciellen Verwendung, wo der Ventilator frische Luft vor Ort zu drücken hat. Die Figur bedarf wohl kaum einer Erklärung. Die comprimirte atmosphärische Luft tritt durch ein Rohr bei *d* ein, während die angesaugte den Apparat umgebende Luft durch die Seitenöffnungen *s s* eintritt und in das Ansatzrohr *V* getrieben wird. Zur Weiterführung der Luft (vor Ort) in eine Luttentour wird die Lutte (vorzugsweise aus Zink bestehend) einfach am Ende von *V* übergeschoben etc. etc.

§. 28.

Einige besondere Verwendungen verdichteter oder verdünnter atmosphärischer Luft zu technischen Zwecken.

Compressoren.

Mit Bezug auf hierhergehörige geschichtlich-technische Notizen, welche sich in Band III, S. 568—573, §. 35 dieses Werkes vorfinden, werde zunächst specieller der bereits S. 345 erwähnten Idee Papin's gedacht, Arbeitskräfte mittelst verdichteter atmosphärischer Luft auf grössere Entfernungen fortzupflanzen [1]).

Nach der unten angegebenen Quelle (Dr. Gerland in Cassel) soll die in folgenden zwei Figuren dargestellte Maschine bereits 1687 von Papin in England entworfen, jedoch erst 1688 in der unten angegebenen Quelle (Leipziger wissenschaftliche Acten) veröffentlicht worden sein.

Ein Wasserrad *C* trägt seine ihm innewohnende mechanische Arbeit, unter Einschaltung von Schubkurbelmechanismen, auf die Kolben *A* und *B* einer zweistiefeligen Ventilluftpumpe über. Ein langes Rohr *HH* communicirt mit dem Verbindungsrohre zweier entfernt stehender Cylinder *E* und *F*, wobei das Rohr *H*, unter Verwendung eines sogenannten Vierwegshahnes *D*, abwechselnd mit *E* und *F* in Verbindung gesetzt werden kann, während gleichzeitig der andere Cylinder der Atmosphäre zugänglich gemacht ist. Der Luftdruck treibt dann abwechselnd die Kolben herab, die an Tauen hängen, welche so um die Welle *GG* geschlungen sind, dass sie dieser zuerst in der einen und darauf in der andern Richtung eine Drehung ertheilen. Dadurch wird dann die Seilrolle *J* in Bewegung gesetzt und dadurch zwei an den Tauen hängende Schöpfeimer abwechselnd gehoben und wieder gesenkt [2]).

1) Actis eruditorum, 1686, pag. 644.
Jahrbuch des k. k. polytechn. Institutes in Wien. Bd. I (1819), S. 160.
Dr. Gerland, „Leibniz' und Huyghens' Briefwechsel mit Papin". Berlin 1881, S. 41. Die folgende Abbildung ist letzterer Quelle entlehnt.

2) Leupold im zweiten Bande seines Werkes Theat. mach. hydraulicarum berichtet S. 99 hierüber und liefert eine Abbildung mit der Ueberschrift: „Papin Invention", das Wasser mit Eimern durch ein doppelt Saugwerk zu heben, wobei das Betriebswasserrad weit vom Brunnen stehen kann.

Die Möglichkeit der Ausführbarkeit dieser Idee, zur Uebertragung von Arbeitskräften auf grosse Entfernungen, ist bei den neueren Bohrarbeiten am Mont-Cenis-, Gotthard- und Arlberg-Tunnel vollständig bestätigt worden.

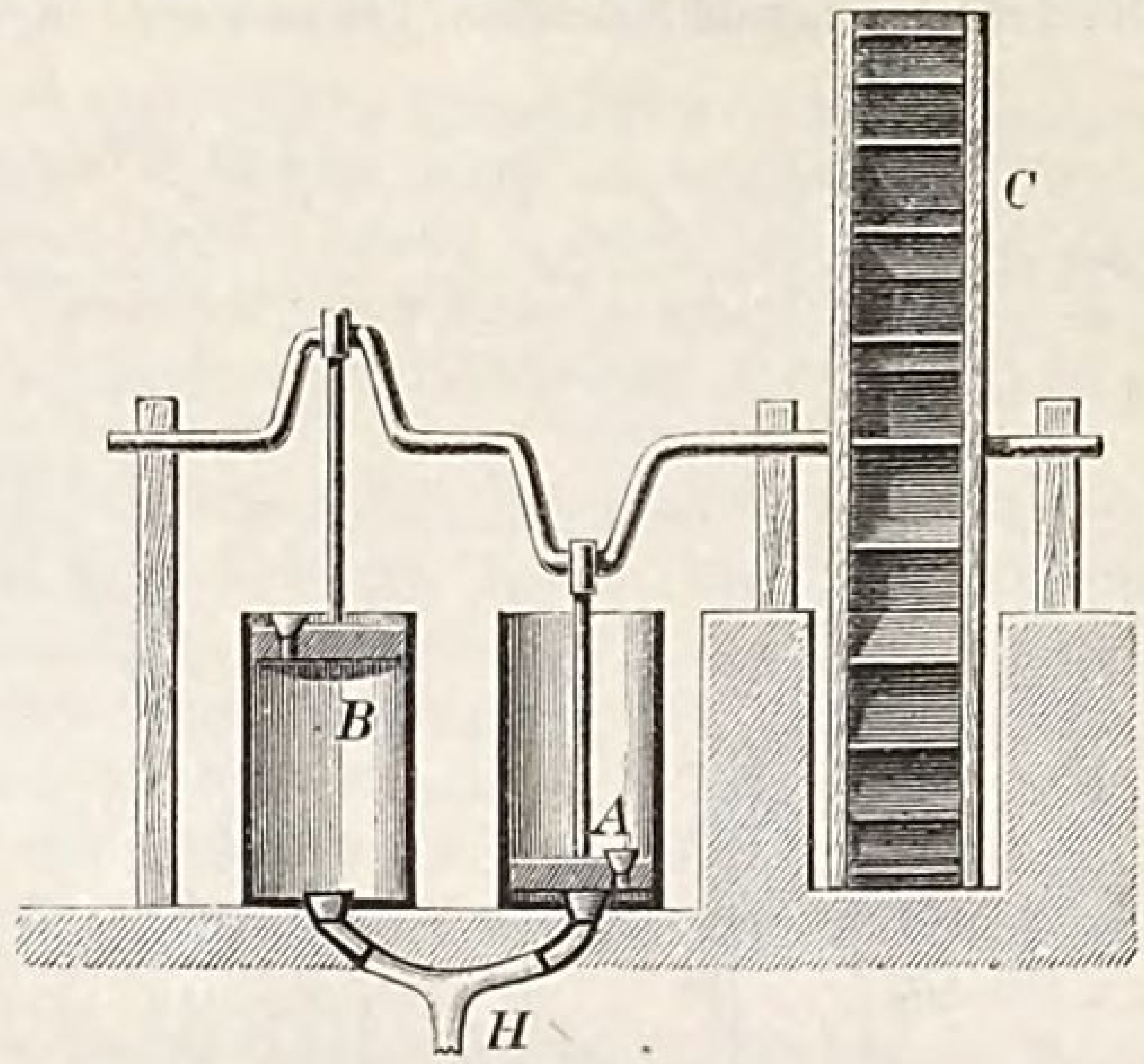
Das erste grossartige Beispiel der Verwendung gepresster atmosphärischer Luft gleichzeitig zum Maschinenbetriebe und gleichzeitig zur Ventilation (Erneuerung schlechter Luft durch frische atmosphärische auf dem Wege der Pulsation), lieferte die Durchbohrung des Mont-Cenis-Tunnels (richtiger des Col de Frejus) zum Zwecke einer Eisenbahn durch die sogenannten cottischen Alpen, zwischen Modane (Fourneau) in Savoyen und Bardonnèche in Italien.

Der Verfasser konnte (im August 1860) den Bau dieses Tunnels studiren und die dabei benutzten Apparate und Maschinen durch eigene Anschauung kennen lernen [1]).

Die Liebenswürdigkeit und Zuvorkommenheit der Hauptingenieure Sommeiller und Gratoni (in Bardonnèche) sowie Mella (in Modane), womit der Verfasser bei seinen Studien unterstützt wurde, wird ihm unvergesslich bleiben. Die damals vor dem italienischen Tunnelende (Bardonnèche) aufgestellten und thätigen Apparate waren in der Weise angeordnet, wie nachstehende Skizze Fig. 486 erkennen lässt.

In Wirklichkeit lagen seiner Zeit zehn solcher Apparate, wie nachstehende Skizze erkennen lässt, neben einander.

Fig. 484.



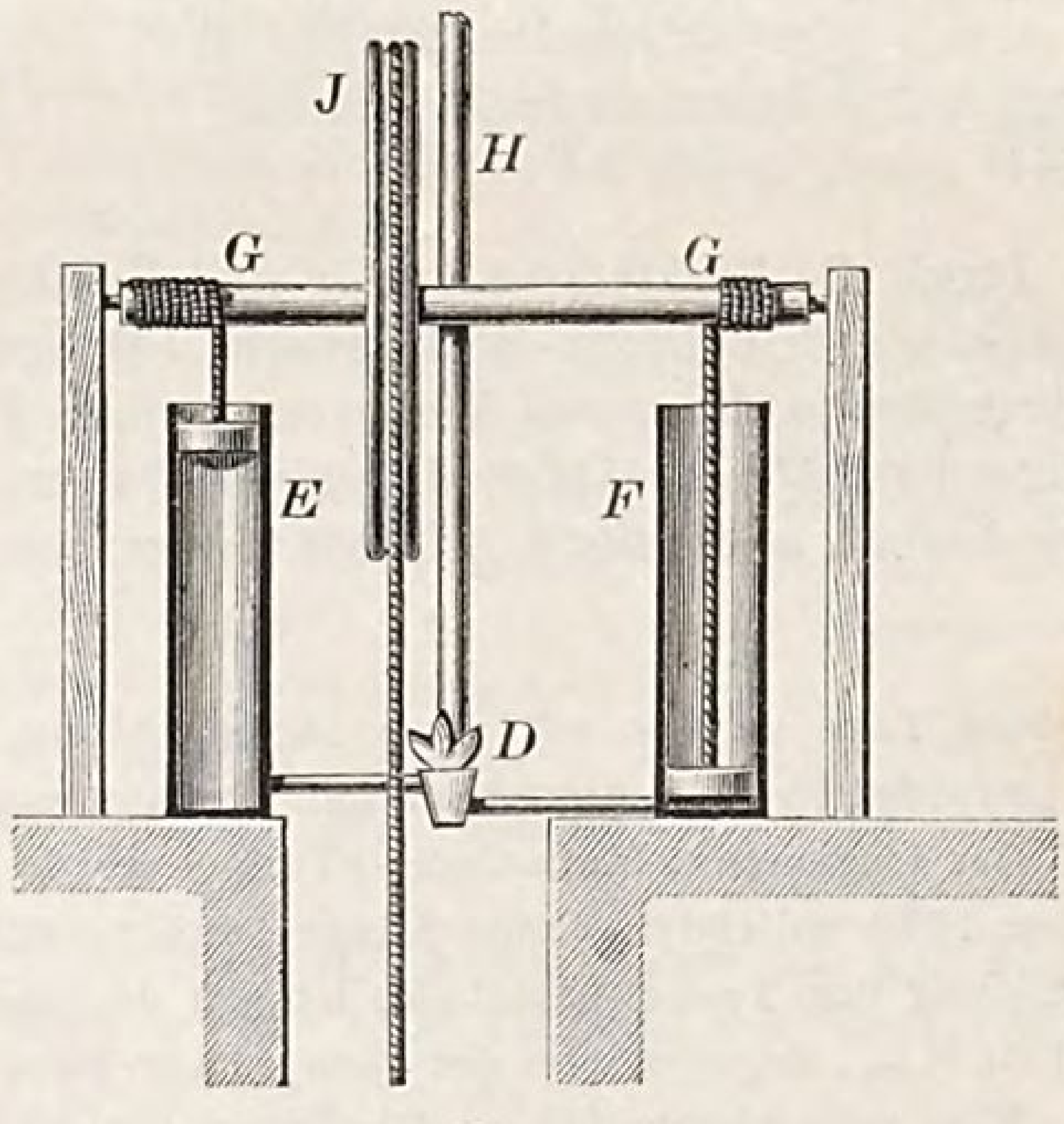


Fig. 485.

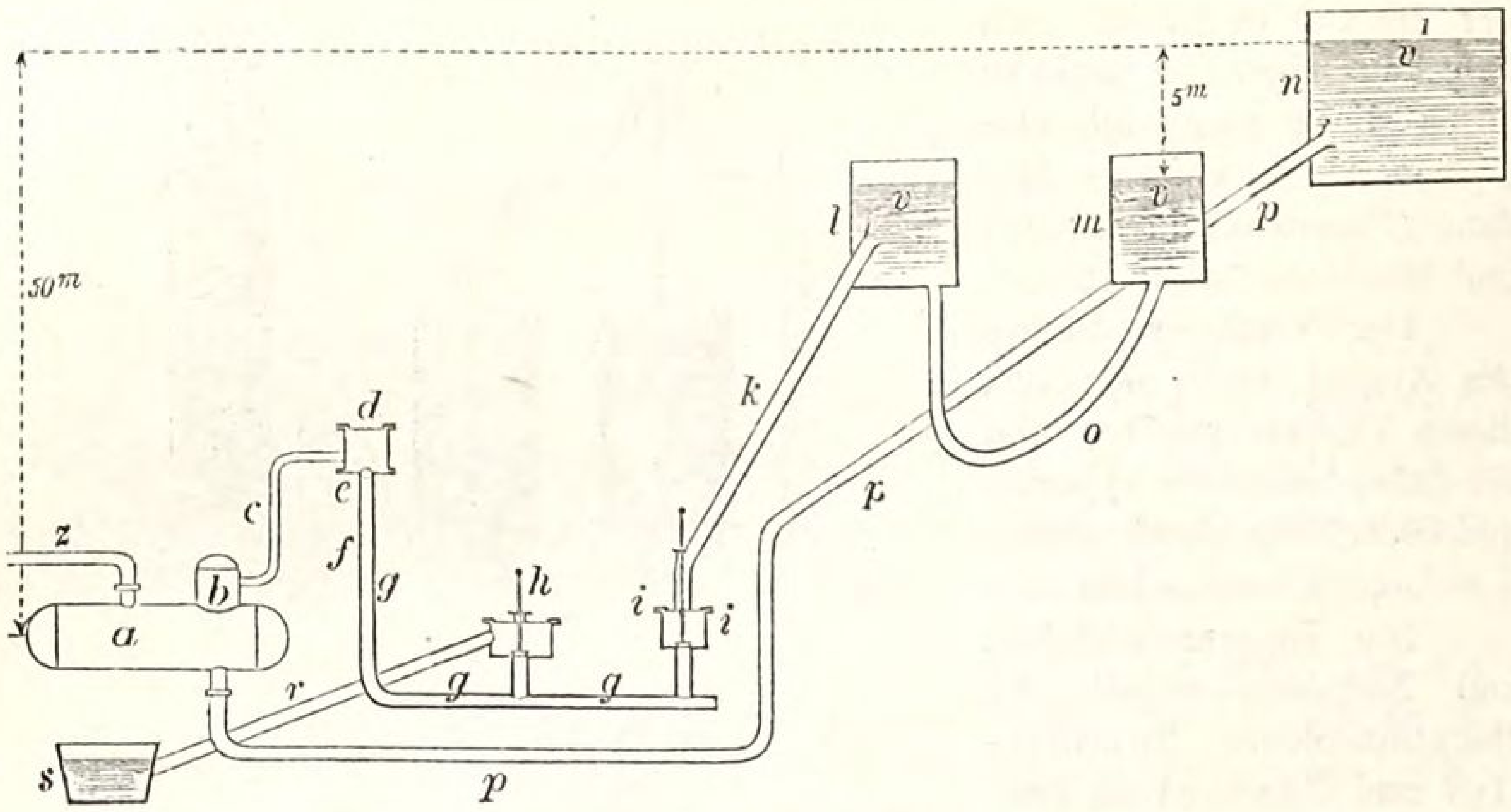
Dabei ist *a* einer der zehn Luftbehälter (von je 1,6 Meter Durchmesser und 9 Meter Länge), von welchen ausschliesslich die bis zu 5 Atmosphären Ueberdruck comprimirte atmosphärische Luft in gusseisernen Röhren *z* der

1) Der Verfasser rechnet die sowohl in Bardonnèche wie Modane (damals)

Arbeitsstelle im Innern des Tunnels zuströmte, um dort sowohl die bewegende Arbeit für die (Sommellier'schen) Bohrmaschinen, als die erforderliche frische Luft für die dort thätige Mannschaft zu liefern.

Das Comprimiren der Luft in den Gefässen *a* erfolgte durch Aufschlagwasser, was in Behältern *l* und *m* (hoch von den Alpen kommend) gesammelt wurde. Der Behälter *m* diente zum Speisen von *l*, in welchem letzteren Behälter Schützen zum Zulassen und Reguliren des in Röhren *k* von 0,62 Meter Durchmesser herabfliessenden Triebwassers angebracht waren.

Fig. 486.



Durch die Rechtecke *i* und *h* sind Ventile angedeutet, wovon das bei *i* ein sogenanntes Cylinder-Schiebeventil, dagegen *h* ein Doppelsitzventil war. Ersteres diente dazu, den Weg von *k* nach *g* zu öffnen, oder abzusperren, letzteres bewirkte den Abfluss desjenigen Wassers, welches die ihm ursprünglich innewohnende mechanische Arbeit[1]) fast ganz zur Comprimirung der Luft in *a*

verlebten Tage zu den schönsten seines Lebens, wo sich Natur und Technik in den gewaltigsten nnd interessantesten Formen und Dimensionen darboten.

Der (sogenannte Mont-Cenis-) Tunnel wurde 1857 begonnen und am 25. December 1870 vollendet. Seine Länge beträgt 12220 Meter (12,22 Kilometer). Die Ansteigung der Tunnel-Eisenbahn ist von der italienischen Seite aus sehr gering, nämlich $^1/_{2036}$, dagegen von der savoyischen Seite $^1/_{45}$.

Man sehe hierzu den ausführlichen Bericht des Verfassers in der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins (mit einer Tafel Abbildungen) Jahrgang 1861 (Bd. VII), S. 425.

Zwei nach der Eröffnung des Tunnels vom Verfasser geschriebene Artikel finden sich abgedruckt im hannoverschen Wochenblatt für Handel und Gewerbe. Jahrgang 1871, S. 321 und 357.

1) Nach Prof. Reuleaux' Formeln in dessen schätzbarem Aufsatz über die Durchbohrung des Mont-Cenis in der schweizerischen Polytechnischen Zeit-

verwandt hatte und weiter durch ein Rohr *r* einem Unterwassergraben *s* zugeführt wurde.

Der verticale Theil des Rohres *g* (von 4,05 Meter Höhe) bildet ein besonderes Luftsammelgefäss, welches nahe dem oberen Ende mit mehreren sich nach Innen öffnenden Klappen-Ventilen *f* versehen war. Auf der höchsten Stelle des Rohres (Mündung in das Gehäuse *d*) lag ein Kugelventil *e*. Das Gehäuse *d* stand durch das Rohr *c* mit einer Art Dom *b* und dadurch mit dem Windkessel *a* in Verbindung.

Damit die in *a* befindliche Luft ungeachtet des mit kleinen Unterbrechungen (wegen der Ventilwechsel) wirkenden Apparates, soviel als möglich immer dieselbe Spannung von 5 Atmosphären behielt, stand *a* durch ein Rohr *p* mit einem höher (als *vv*) liegenden Wasserbehälter *nn* in Verbindung, worin der Wasserspiegel, wenn der Apparat thätig war, fortwährend auf- und abstieg (oscillirte).

Noch vor Beginn der Arbeiten mit dem Aufschlagewasser in *l* comprimirte man durch das Wasser in *n* die Luft in *a* und konnte damit eine kleine Steuerungsmaschine (wie eine Balancier-Dampfmaschine construirte Wassersäulenmaschine) in Thätigkeit setzen[1]). Hierdurch kamen die Ventile *i* und *h* sowohl von der Wirkung des Aufschlagwassers, als auch während der Zeit, wo dieses seine lebendige Kraft zur ferneren Luftcomprimirung verwendete, in eine solche Bewegung, dass ein abwechselndes Oeffnen und Schliessen erfolgte.

Das Spiel der Maschine war hiernach leicht erklärlich. Wurde das Einlassventil *i* geöffnet, stürzte das Aufschlagwasser von *l* aus durch die Röhre *k* nach *g*, trieb überall die atmosphärische Luft vor sich her, veranlasste dadurch das Schliessen der Klappen bei *f*, erhob das Kugelventil *e*, drang in den Windkessel und verdichtete die dort befindliche Luft.

Während letzteres geschah, hatte sich das Ventil *i* geschlossen, dagegen *h* geöffnet, so dass das in *gf* aufgestiegene Wasser bei *h* nach *r* entweichen und im Canale *s* abfliessen konnte. Damit hatte sich aber das Kugelventil *e* geschlossen, dagegen die Klappen *f* geöffnet, so dass keine zusammengepresste Luft von *a* aus zurückfliessen, wohl aber frische atmosphärische Luft durch die Klappen *f* in den oberen Theil des Rohres *g* treten konnte. Während des letzteren Vorganges hatte sich *i* wieder geöffnet, dagegen *h* geschlossen, frisches Aufschlagwasser war abermals von *g* nach *d* gedrungen, und zwang die in *a* abgesperrte, schon zusammengedrückte Luft zur Aufnahme einer noch höheren Spannung.

Die mechanische Arbeit oder die lebendige Kraft, welche das bei jedem Spiele herabstürzende frische Wasser in sich trug, comprimirte unter allen

schrift, Bd. 2 (1857), S. 163 berechnet sich die vortheilhafteste Spannung für die Luft in den Kesseln *a* bei einer wirksamen Wassersäule von 25 Meter zu 5,44 Atmosphären Ueberdruck. Man sehe über die Berechnung des Nutzeffects dieses Apparates auch die Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. X. (1864), S. 136.

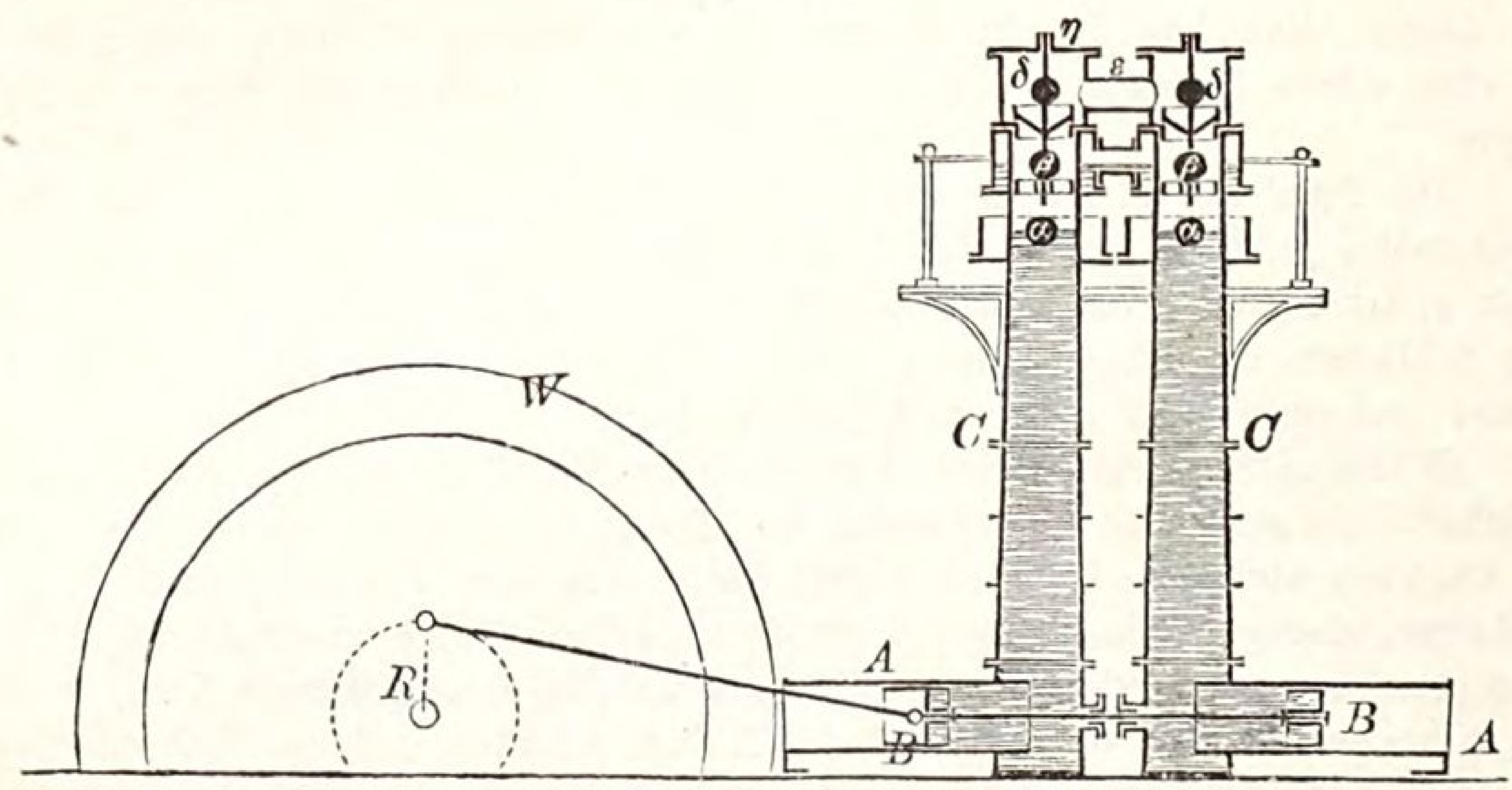
1) Die Wassersäulenmaschine und übrigen Steuerungstheile sind speciell beschrieben und durch Abbildungen erläutert, sowohl von Oppermann (a. a. O.) als Rueff (a. a. O.).

Umständen, die bereits in *a* angesammelte Luft immer mehr, nur wurde der Weg, um welche sie dabei verschoben wurde, in dem Maasse kleiner, je weiter man die Zusammendrückung trieb.

Schliesslich hatte die in *a* abgesperrte Luft eine solche Spannung erreicht, dass man genöthigt war, entweder ihr Abfluss durch das Rohr *z* zu gestatten, oder das Spiel der Maschine unterbrochen zu sehen. Liess man den Abfluss eintreten, gleichzeitig aber auch die Maschine ihr Spiel fortsetzen, so war auch der Zeitpunkt gekommen, den sogenannten Druckregulator (oder, wie man in Bardonnèche sagte), dass Bassin manométrique in Thätigkrit zu setzen, d. h. die Verbindung zwischen dem bereits nach *a* gelangten Wasser mit dem Vorrathswasser in *n* durch eine Röhre *p* herzustellen.

Vor dem Tunnelende in Modane (richtiger Fourneau) fehlte das sehr hohe Wassergefälle von Bardonnèche, dagegen stand die für oberschlägige Wasserräder passende collossale Wassermasse des Arc-Flusses zur Beaufschlagung zu Gebote. Deshalb wurden hier gewöhnliche Gebläsmaschinen zum Luftcomprimiren in Anwendung gebracht.

Fig. 487.



Später gelangte in Modane eine von Sommellier angegebene Luftcompressionsmaschine mit sogenannten Wasser- oder Nassen-Kolben zur Anwendung, die auch nachher bei der provisorischen Anlage auf der Nordseite des Gotthard-Tunnel benutzt wurde und seitdem an mehreren anderen Orten und bei verschiedenen anderen Arbeiten benutzt wurde.

Vorstehende Abbildung Fig. 487 (dem vorbenannten Werke Pernolet's „L'Air comprimé", pag. 292, Fig. 119 entlehnt) zeigt diese Sommellier'sche Maschine im Vertikaldurchschnitte.

Zum Verständniss der Figur wird es hinreichen, aufmerksam zu machen, dass hier zwei völlig getrennte einfach wirkende Maschinen (Compressoren) *A A* vorhanden sind, deren Kolben *B* fortwährend durch kaltes Wasser in den vertikalen Röhren *C C* gehörig gekühlt werden, welche Kühlung durchaus erforderlich wird, da man die Compression bis auf 6 Atmosphären Ueberdruck

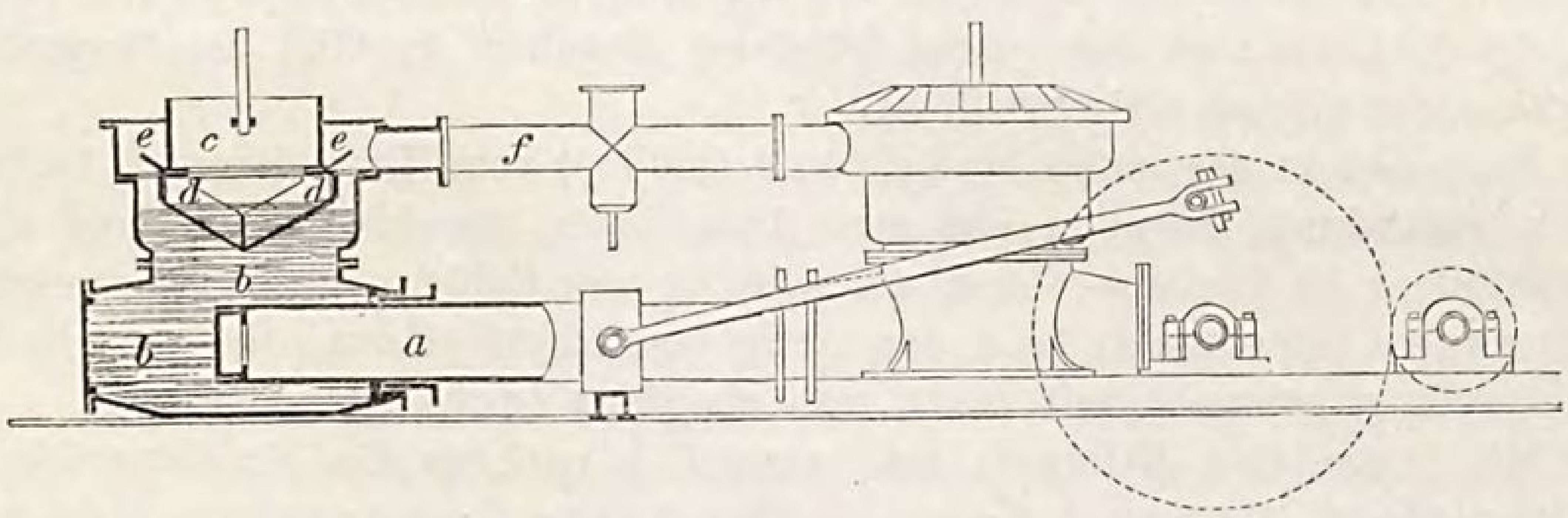
steigerte, wobei (schädliche) Entwicklung hoher Wärmegrade ganz unvermeidlich ist[1]).

Vorhanden sind oberwärts zwei Gattungen von Saugventilen $\alpha\alpha$ und $\beta\beta$, wovon letztere durch seitwärts angebrachte Klappen stets frische atmosphärische Luft einsaugen, während durch $\alpha\alpha$ kaltes Wasser eingesogen wird, um das zu ersetzen, was die comprimirte atmosphärische Luft mit fortreisst. Die Auslass- oder Steigventile der comprimirten Luft sind in unserer Abbildung mit den Buchstaben $\delta\delta$ bezeichnet, während durch den unter η gezeichneten Kreis die Austrittsstelle der Luft markirt ist. Die horizontalliegenden Pumpencylinder hatten (in unserem Beispiele) 60 Centimeter Durchmesser und 150 Centimeter Hub. Der Betrieb erfolgte (in Modane) durch ein oberschlägiges Wasserrad W von 5,54 Meter Durchmesser und von 4,20 Meter Breite bei 1 Cubikmeter Aufschlagwasser pro Secunde und bei 5,54 Meter Gefälle. Die Zahl der Wasserradumläufe betrug 8 pro Minute.

Zu bemerken ist, dass die in Fig. 487 skizzirte Anordnung doppelt vorhanden war und die betreffenden Krummzapfen R einen Winkel von 90 Graden mit einander bildeten.

Nach unserer Quelle lieferten beide Compressoren, bei 0,40 Meter Kolbengeschwindigkeit pro Secunde, 13,570 Cubikmeter Luft pro Minute und zwar von 6 Atmosphären Ueberdruck.

Fig. 488.



Vortheilhaft abgeänderte Dispositionen Sommellier'scher Compressoren ebenfalls mit sogenannten Wassersäulen-Compressoren, führte 1866 die Maschinenbau-Actien-Gesellschaft Humboldt für die Grube Sulzbach-Altenwald (im Saarbrücker Steinkohlen-Gruben-Reviere) mit besonderem Erfolge aus[2]).

Diese Maschinen gleichen wieder im Allgemeinen den einfach wirkenden Pumpen mit Plungerkolben a von der Anordnung, dass dd zwei Saug- und ee zwei Steig- oder Druckventile sind, deren Material Gummi ist.

Die frische atmosphärische Luft wird beim Rechtsgange des in Fig. 488 sichtbaren Kolbens a von c aus angesogen, durch die Ventile d getrieben, da-

1) Berechnungen dieser Temperaturzunahmen lassen sich (nach den Elementen der mechan. Wärmetheorie) leicht ausführen, wie u. A. in der Hydromechanik (2. Aufl.) des Verfassers S. 126 gezeigt wird.

2) Der Verfasser entlehnt seine Angaben insbesondere einer werthvollen Abhandlung des Herrn Hasslacher in Dudweiler, welche im XVII. Bande

gegen diese Ventile beim Linksgange des Kolbens wieder geschlossen, die Ventile *ee* geöffnet und die zusammengepresste Luft von *f* aus nach der betreffenden Betriebsstelle getrieben. Da auch hier die Comprimirung der Luft auf fünf Atmosphären Ueberdruck getrieben und ihr keine Zeit zur Temperaturausgleichung gelassen werden konnte, so musste eine Abkühlung durch kaltes Wasser *bb* angeordnet werden, um das Erhitzen aller Theile zu verhüten, welches ohne die Wasserkühlung eintrat und das Erhalten von Schmier- und Dichtungsmittel ganz unmöglich machte.

Die abgesperrte Wassermenge *bb* macht die hin- und hergehende Bewegung der Kolben *a* durch Steigen und Fallen mit, wobei sich die Wassersäule den Ausströmungsventilen *ee* auch hier so weit nähert, dass der sonst bei Compressoren vorhandene schädliche Raum auf ein Minimum herabgezogen wird.

Als Beweger der Compressoren ist eine Hochdruckdampfmaschine mit horizontalliegenden Cylindern von 24 Zoll (preussisch) Durchmesser und von $3\frac{1}{2}$ Fuss Kolbenschub vorhanden, die mit Expansion und ohne Condensation arbeitet. Bei 3 Atmosphären Dampfspannung, halber Cylinderfüllung und bei 50 Schwungradumdrehungen pro Minute ergab sich eine Nominalleistungsfähigkeit der Maschine von 175 Maschinenpferden. Wie aus unserer Skizze (Fig. 488) erhellt, erfolgt die Uebertragung der Arbeit von der Dampfmaschine aus durch ein Zahnradvorgelege derart, dass sich die Kolben der Luftcompressoren viel langsamer bewegen als der Kolben der Dampfmaschine, was, beiläufig erwähnt, nach den später folgenden Angaben (S. 605) des Bergraths Novak nicht einmal erforderlich ist.

Nach den in der unten bezeichneten Quelle[1]) vom Herrn Baurath Dolezalek gemachten Angaben hat man 1875 beim maschinellen Bohren des Sohlenstollens im Cochem-Tunnel (Moselbahn von Coblenz nach Trier) ebenfalls nasse Compressoren (von der Actiengesellschaft Humboldt zu Kalk) in Anwendung gebracht, mit denen man ebenfalls recht zufrieden war.

Mit besonderem Erfolge[2]) hat namentlich nachher die Maschinenfabrik von Breitfeld, Daněk & Comp. in Prag nasse Compressoren (mehr-

(1869) der Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate abgedruckt und folgendermaassen betitelt ist: „Die Anwendung comprimirter Luft zum Betriebe unterirdischer Maschinen bei Saarbrücken". Von besonderem Werthe sind die einleitenden geschichtlichen Notizen, nach welchen 1851 zuerst in England die comprimirte Luft als Motor für unterirdische Maschinen eingeführt wurde.

Im Jahre 1865 machte man in Belgien (bei Charleroi) davon Gebrauch und im folgenden Jahre auch beim deutschen Bergbaue, dabei vom Tunnelbaue abgesehen.

1) Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1880, Bd. XXVI, S. 213.

2) Riedler in seinen (1878 in Wien erschienenen) „Maschinen-Skizzen, vorzugsweise für Berg- und Hüttenwesen", lieferte auch Abbildungen von Compressoren noch anderer Fabriken.

Auch in den Zeichnungen der „Hütte", Jahrg. 1876, wird Tafel 1^b ein nasser Compressor von Overkamp beschrieben.

fach verbessert), ebenfalls horizontalliegend, für die Bohrarbeiten am Arlberg-Tunnel geliefert, wovon sich Beschreibung und Abbildungen vorfinden in der englischen Zeitschrift „Engineering“ vom 4. Febr. 1881, S. 114. Die Pumpenkolben haben hierbei 400 mm Durchmesser, 650 mm Schub und machen pro Minute 60 bis 70 Doppelhübe beim Betriebe mit sogenannten Hochdruckturbinen, wobei in unserer Quelle versichert wird, dass die Maschinen selbst bei den angegebenen grossen Geschwindigkeiten ganz zur Zufriedenheit arbeiteten.

Von gleicher Anordnung und mit denselben Dimensionen lieferten im Sommer 1883 ebenfalls Breitfeld, Daněk & Comp. in Prag diese Compressoren zur Förderung mit comprimirter Luft für Gruben in Liescha, worüber in der unten angegebenen Quelle berichtet wird[1]).

Die überhaupt mit den verbesserten nassen Compressoren[2]) erhaltenen Resultate sind in Liescha ebenso zufriedenstellend wie die am Arlberg-Tunnel, worüber der k. k. Eisenbahninspector Plate S. 27 (Wien 1884) seiner Vorträge „Ueber die Ausführung des Arlberg-Tunnels“ berichtet.

Beide günstigen Urtheile über richtig construirte Wassersäulen-Compressoren von Plate (am Arlberg-Tunnel) und von Haller (beim Liescha-Grubenbau) bestätigen übrigens nur die bereits vom Bergrath Novak am Annaschachte in Pribram 1879 gewonnenen Resultate[3]), die übrigens von den extremen Freunden und Verfechtern der sogenannten trockenen Compressoren längere Zeit hindurch ignorirt wurden. Von grosser Wichtigkeit scheint übrigens zu sein, die vertikalen Cylinderstutzen in Figur 488 viel höher und weiter zu machen, als in dieser Skizze angegeben ist, sowie Saug- und Druckventile von grossen Querschnitten anzuordnen und überhaupt hinsichtlich Construction und Ausführung die Prager Fabrik Breitfeld, Daněk & Comp. zum Vorbilde zu nehmen.

Wir wenden uns nunmehr zu den sogenannten trockenen Compressoren, die jedoch höchst selten mit völlig trockenen Kolben und dann nur für verhältnissmässig kleine Pressungen vortheilhafte Anwendung finden[4]). Von der grossen Anzahl der hier (jetzt) vorhandenen Constructionen

1) Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Jahrgang 1886, Seite 6.

2) Die Verbesserungen (im Vergleich mit Fig. 488) beziehen sich namentlich auf Anordnung recht hoher und weiter Ventilarme, ferner auf Gummiventile u. d. m.

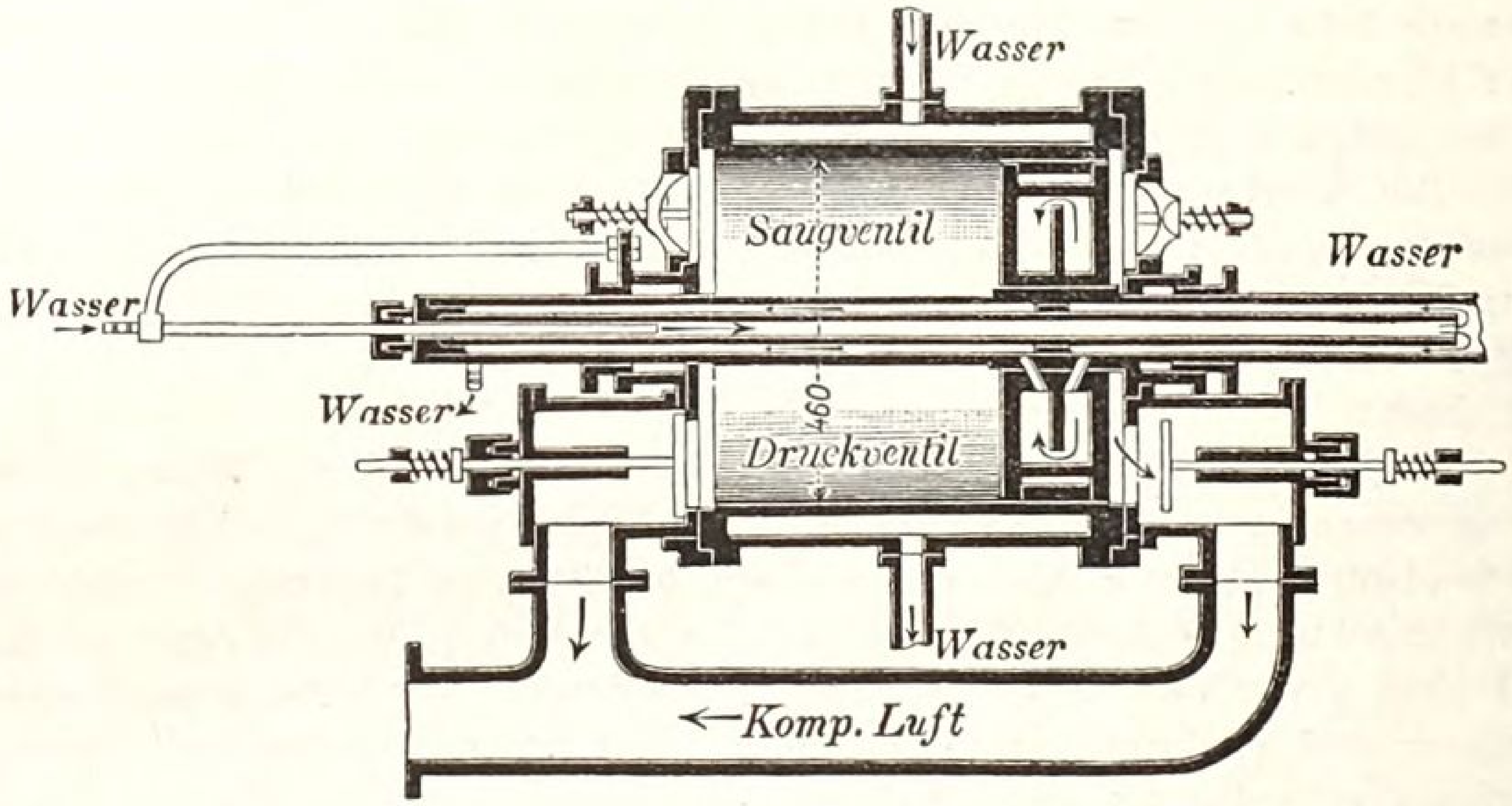
3) Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Jahrgang 1879, S. 266, 279, 289 und 317. Insbesondere wurde hierbei erwiesen (S. 281 a. a. O.), dass man mit der Geschwindigkeit der Wasserkolben selbst bis zur Geschwindigkeit des Dampfmaschinenkolbens gehen kann, ohne nachtheilige Wirkungen erwarten zu müssen!

4) Im Jahre 1874 lieferte der Verfasser für das hannoversche Wochenblatt für Handel und Gewerbe (Nr. 38, S. 312) einen Artikel mit der Ueberschrift: „Einiges über Verwendung comprimirter Luft beim deutschen Bergbau“, worin sich u. A. die Notiz findet, dass nach eigener Beobachtung beim Blei-, Zinn- und Silber-Bergbaue der Werlauer Gewerkschaft, unweit St. Goar am Rheine, ein Luft-Compressor ohne irgend eine Wasserabkühlung mit Erfolg arbeitet. Letztere Thatsache erklärt sich indess (theilweis) dadurch,

besprechen wir speciell nur zwei sehr charakteristische Gattungen, nämlich die Compressoren von Colladon in Genf[1]) und die des Engländers Sturgeon in Leeds[2]).

Von ersterer Maschine (gewöhnlich zur Gattung der halbnassen gezählt) zeigt Fig. 489 einen Längendurchschnitt, der so dargestellt ist, dass das Verständniss der Abbildung fast ohne Erklärung möglich ist.

Fig. 489.



Zum Ansaugen der ungepressten atmosphärischen Luft sind in den oberen Hälften der Cylinderdeckel angebrachte Kegelventile, deren Schluss durch Spiralfedern unterstützt wird. Von ähnlicher Anordnung sind die sogenannten Druckventile in den Deckeln der unteren Cylinderhälften. Die erforderliche Kühlung der Cylinder durch kaltes Wasser erfolgte auf dreierlei Wegen, erstens von aussen am Mantel (Umfange) des Cylinders, zweitens durch eine hohle

dass die Comprimirung nur auf zwei Atmosphären Ueberdruck getrieben wurde. Die secundliche Kolbengeschwindigkeit betrug dabei $1^1/_2$ Meter.

1) Rapport Trimestriel Nr. 5 (1877) du Conseil Fédéral Suisse etc. de la Ligne du St. Gothard, Pl. III. Ferner in einer schätzbaren Arbeit des Bauraths Professors Dolezalek an der techn. Hochschule in Hannover, abgedruckt im Jahrgange 1880 (Bd. XXVI) der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, S. 523 unter der allgemeinen Ueberschrift „Lufttransmission im Gotthard-Tunnel etc. (Mit Abbildung auf Tafel 815).

Fernere Angaben finden sich in den Annal. industr. 1874, II, pag. 456 und im Engineering, 1875, I, pag. 104, sowie in den meisten der unter Nr. 1 angegebenen Rapports der St. Gotthard-Eisenbahnlinie von Volume I bis X (von 1871 bis 1882).

2) Engineering, 1874, II, pag. 319 und daraus (ohne Quellenangabe) in Uhland's Maschinenconstructeur, Jahrgang 1875, S. 278. Am meisten zu empfehlen ist der Abschnitt „Luftcompressionsmaschine von Sturgeon in Leeds", welchen Riedler im österr. Berichte über die Philadelphia-Ausstellung von 1876, Heft XV, S. 140—144 lieferte.

Kolbenstange und drittens durch im Kolben ausgesparte Höhlungen. Da sich die zweite und dritte Art der Kaltwasserzuführung nicht bewährte, so ersetzte man dieselbe durch anderweite Einspritzung in die Cylinder.

Fünf Gruppen von je drei derartigen Cylindern gebildet (also 15 Compressoren)[1]) sollen (nach etc. Dolezalek) pro Minute 16 bis 19 Cubikmeter Luft von beziehungsweise 8 und 7 Atmosphären (absoluter) Spannung geliefert haben.

Sturgeon's Compressoren, die zuerst 1874 in weiteren Kreisen bekannt wurden, seit dieser Zeit aber sowohl in Amerika wie in Europa vielfache Verwendung gefunden haben, zeichnen sich besonders durch sinnreiche Anordnung der Ventile aus, welche theils selbstthätige, theils gezwungene (zwangläufige) Bewegung haben (wie solche bereits S. 569, Fig. 462 besprochen werden) und demzufolge grosse Kolbengeschwindigkeiten von 0,66 m bis 2,24 m pro Secunde bei 65 bis 220 Touren pro Minute erzeugt werden können. Die Druckventile im Cylinderdeckel, 8 bis 10 an der Zahl, sind um das zugleich die Stopfbüchse der Kolbenstange des Compressors bildende Saugventil rings herum angebracht. Sämmtliche Ventile gewähren genügenden Durchgangsquerschnitt, ohne bei hoher Kolbengeschwindigkeit bedeutende Reibung der Luft zu verursachen[2]). Die Kühlung erzeugt Sturgeon bei seinen Compresseuren nur von aussen durch beständige Umspülung mit frischem Wasser.

Mit mehr oder wenigeren Abänderungen und mit Bestrebungen nach Verbesserungen liefern diese Art von Compressoren die Maschinenfabriken von Menck & Hambrock in Ottensen bei Altona u. m. A.[3]).

Ohne hier ein entscheidendes Wort reden zu wollen, was dem Zwecke des Buches und den geringen Selbsterfahrungen des Verfassers entgegen sein würde, dürfte doch die Bemerkung gestattet sein, dass nur bei geringeren Pressungen bis zwei Atmosphären (Ueberdruck) und überall da, wo Raum und Kosten gespart werden müssen, die Compressoren mit Wasser-Einspritzungen denen mit oscillirenden Wasserkörpern (Wassersäulen) vorgezogen werden können, besonders aber dann, wenn es sich um nur vorübergehende Arbeiten handelt[4]).

1) Cylinderdurchmesser = 0,46 m. Kolbenschub 0,45 m. Durchmesser der Kolbenstangen 0,09 m. Pr. Minute 90 Doppelhübe.

2) Man sehe hierüber auch Franzius' und Linke's Werk: „Die Baumaschinen", Bd. IV (1883), S. 216 etc. etc. Ferner: Brennecke, „Handbuch der Baukunde", Abtheilung III: Der Grundbau (1887), S. 276 etc.

3) Deutsches Reichspatent Nr. 1398. Auch Brennecke „Der Grundbau" a. a. O., S. 275 etc. (mit Preiscouranten der Firma), der Duisburger Maschinenbau-Actien-Verein, Wortmann & Fröhlich in Düsseldorf, die Sudenburger Maschinenfabrik bei Magdeburg, die Actien-Gesellschaft Vulkan in Stettin, Gebr. Benckiser in Pforzheim, Sievers & Co. in Kalk bei Deutz u. s. w.

4) Der Verfasser widerspricht hier zum Theil dem gewiss in der Sache mehr erfahrenen Herrn Reg.-Baumeister Brennecke in seinem wiederholt citirten und sehr gut bearbeiteten Werke „Der Grundbau", S. 278. Jedenfalls sind bei der Wahl beider Compressorengattungen auch die besonderen Umstände zu erwägen, unter welchen (wo und wie) specielle Arbeiten auszuführen sind.

§. 29.

Pneumatische Apparate und Maschinen beim Arbeiten unter Wasser.

Der älteste Apparat, mit dessen Hülfe es dem Menschen möglich wird, Arbeiten ganz unter Wasser auszuführen, ist zweifellos die Taucherglocke, welche nach Bd. III, S. 573, Note 4, dem Aristoteles (geb. 384 v. Chr.) bereits bekannt war. Höchst wahrscheinlich wurde diese zuerst zur Perlen- und Korallen-Fischerei u. a. unterseeische Erzeugnisse, sowie zum Aufsuchen und Heben versunkener Sachen benutzt. Spätere Nachrichten über Verwendungen der Taucherglocken aus der Zeit des 16. und 17. Jahrhunderts finden sich an der bereits Bd. III der Allgem. Maschinenlehre angegebenen Stelle.

Im Jahre 1685 führte Papin der Royal Society die Taucherglocke als ein Gefäss vor, um eine Flamme unter Wasser brennen zu lassen, die man mit Leichtigkeit überall hinbewegen könne, um den Meeresgrund zu untersuchen (man sehe hierüber Dr. Gerland's „Briefwechsel Papin's mit Leibniz und Huyghens", pag. 47). Auch der englische Physiker und Astronom Halley bemühte sich 1716 nicht nur um die Verbesserung der Taucherglocke, sondern ersann auch ein Verfahren, sie mit frischer Luft versorgen zu können (Gehler's Physik. Wörterbuch, Bd. 9, S. 94 und Hagen, „Handbuch der Wasserbaukunde", Bd. III, 1874 [dritte Auflage], zweiter Theil, Seite 61, mit Abbildungen auf Tafel XXIX). In derselben Quelle (S. 63 und 64) wird auch die 1775 vom Engländer Spalding abgeänderte Halley'sche Glocke besprochen und durch Abbildungen erläutert. Die mit der Glocke zu verbindenden Luftfässer (Halley's) und der Luftleitung durch Schläuche mit der Glocke suchte Spalding zu verbessern etc.

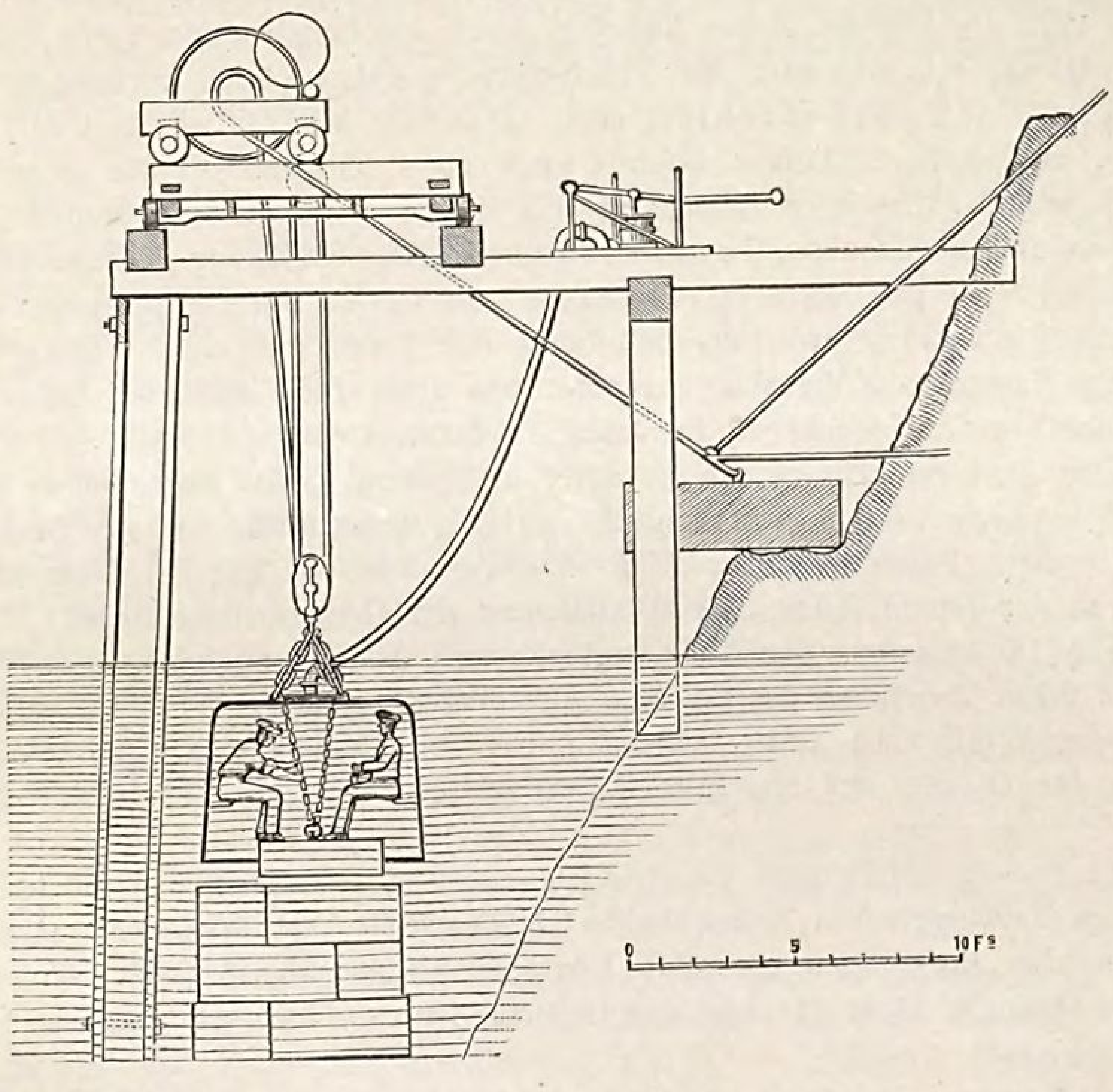
Bei Brückenbauten, insbesondere bei der Pfeilerfundamentirung, scheint es, als ob erst den beiden berühmten englischen Bauingenieuren John Smeaton[1]) und John Rennie[2]) die rechte, erfolgreiche Verwendung der Taucherglocke gelungen sei.

1) Smeaton wurde geboren 1724 unweit Leeds und starb als um das Bauingenieur- und Maschinenwesen höchst verdienter Mann 1792. Eine kurze Biographie enthält die zweite Auflage, Bd. IV, S. 187, Note 1 der Allgem. Maschinenlehre des Verfassers.

2) John Rennie, einer der berühmtesten Ingenieure seiner Zeit, wurde

Von Smeaton wird in Smiles „Lives of Engineers“, pag. 69, berichtet, dass er (wahrscheinlich 1784) beim Baue des Hafens von Ramsgate zu Fundamentirungsarbeiten zuerst eine hölzerne Taucherglocke in Anwendung brachte, die bei etwa $^1/_2$ Tonne $\left(\frac{2240}{2}\text{ Pfd.}\right)$ Gewicht 4 Fuss hoch, ebenso lang und 3 Fuss weit war, Platz für 2 Arbeiter gewährte. Die erforderliche frische atmosphärische Luft wurde mit Hülfe einer Compressionspumpe eingetrieben, die man in einem Bote placirt hatte, was über der Arbeitsstelle auf dem Wasser schwamm.

Fig. 490.



John Rennie verbesserte diesen ganzen Apparat im Jahre 1813 in der Art, wie Fig. 490 erkennen lässt, wobei zugleich der Arbeitsact so weit als möglich dargestellt ist[1]).

Die zugehörige, im Wasser sichtbare Taucherglocke war aus Gusseisen hergestellt, hatte 6 Fuss Höhe, $4^1/_2$ Fuss Weite, 6 Fuss Länge und dabei ein Gewicht von ca. 5 Tons (= 100 Centner). In der Decke der Glocke befanden sich acht aus starkem Glase gebildete Scheiben (sogenannte bull's-eyes) gehörig

1761 zu East Lothian geboren und starb 1821. Sein Leben und Wirken findet sich vortrefflich dargestellt in Smiles „Lives of the Engineers“, Vol. II., pag. 93 bis pag. 284.

1) Die Abbildung ist Smiles vorher angegebenem Buche (Seite 221) entnommen.

wasserdicht befestigt. Vorhandene Maschinen zum Versetzen, Heben und Senken der Glocke bedürfen wohl eben so wenig der Erklärung wie die in der (Original-) Zeichnung allerdings etwas verfehlt dargestellten Seile (Taue) zum Transporte der Fundamentsteine, die Luftpumpe (der Compressor) mit dem zur Decke der Taucherglocke führenden Schläuche, um in erstere die gepresste Luft entsprechend einzuführen[1]).

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts stellte die Akademie zu Rouen als Preisaufgabe[2]) die Beantwortung der Frage auf: „Wie die Felsen im Bette der Seine bei Quilleboeuf am vortheilhaftesten zu beseitigen wären". Der rühmlichst bekannte französische Gelehrte und Ingenieur Coulomb[3]) versuchte 1778 die Lösung dieser Aufgabe durch die Construction eines Schiffes zu bewirken, mit welchem die Taucherglocke entsprechend verbunden war, überhaupt ein Taucherschiff, oder „Bateau à air", wie es Coulomb nannte, zu schaffen. Leider blieb Coulomb's Entwurf[4]) eines derartigen Schiffes ca. 60 Jahre lang unbeachtet, bis 1839 der französische Ingenieur für Strassen- und Brückenbau Gournerie ein solches Schiff zur Entfernung von Felsenstellen in der Einfahrt des Hafens von Croisic im Departement Loire Inferieure (nordwärts von der Mündung der Loire auf einer vortretenden Ufernecke belegen) in Vorschlag brachte, was auch 1841 zur Ausführung vorgeschlagen wurde, jedoch erst im Jahre 1847 zur Action gelangte[5]).

Das ganz aus Eisenblech gebaute, an beiden Enden abgerundete Schiff hatte 8,6 m Länge, 3,9 m Breite und 2,6 m Höhe, während die normale Tauchung 2,1 m betrug. Beinahe in der Mitte desselben war die Taucherglocke eingebaut von der Länge 3,5 m, Breite 3,0 m und der Gesammthöhe 3,5 m.

Die Dimensionen der Taucherglocke erklären es zugleich, dass diese, bei ca. 2,1 m Tauchung des Schiffes, auf dem Meeresgrunde ruhte, während das ganze Schiff noch völlig schwamm, der Schiffsboden also auf Länge und Breite der Glocke auf ungefähr 0,3 m vertieft war. Sobald entsprechend

1) Bessere Abbildungen dieser ersten (eisernen) englischen und (auch) französischen Taucherglocken liefert Reibel in der sechsten (Brüsseler) Ausgabe von Sganzin's „Programme etc. d'un Cours de Constructions" (1867) Tome II, pag. 24 (Planche 35 et 36 unter den Ueberschriften: „Cloches à plongeur de diverses espèces").

2) Hagen, „Handbuch der Wasserbaukunst". Zweiter Theil, Bd. III, S. 70.

3) Coulomb, geb. 1736, gest. 1806. Seine Biographie in des Verfassers „Geschichte der techn. Mechanik", S. 237.

4) Hagen beschreibt dies von Coulomb projectirte Taucherschiff nicht nur ausführlich a. a. O. seines Handbuchs der Wasserbaukunst Bd. III, sondern liefert auch Abbildungen desselben auf Tafel XXIX. Leider ist es dem Verfasser der Allgem. Maschinenlehre nicht gelungen, zur Einsicht der von Hagen benutzten Originale zu gelangen, weshalb er die betreffenden Angaben Hagen's hier hersetzt:

Die Preisschrift ist in den „Mémoires de l'Academie des sciences" 1779 bekannt gemacht und wurde auch in's Deutsche unter dem Titel übersetzt: „Coulomb's Beschreibung eines Luftkastens". Pesth 1821.

5) Gournerie in den „Annales des Ponts et Chaussées". Tome XV (1848), 2. Serie, pag. 261 mit Abbildungen Planche 139 und 140.

Wasserballast in den Schiffsraum eingelassen wurde, stellte sich dasselbe mittelst der Taucherstelle auf den Grund.

Zum Herabdrücken des Wassers in der Glocke war eine kleine Dampfmaschine (mit Kessel, Schornstein) am einen Ende des Schiffes montirt, die einem Luftcompressor die erforderliche Betriebskraft lieferte. Die Arbeiter (gewöhnlich 8 der Zahl nach) nahmen so lange auf einem in ca. 2 m über dem Boden angebrachten Rost Platz, unter welchem die Mannschaften aufrecht stehen konnten, sobald die Taucherglocke auf dem Felsengrunde feststand.

Auf dem Roste nahmen die Arbeiter sofort wieder Platz, wenn das Seewasser so hoch stieg, dass das Taucherschiff geborgen werden musste.

Licht empfing die Taucherglocke durch 16 in ihrer Decke befestigte starke Gläser.

Taucherschiff und die mit demselben vorgenommenen Sprengungen und überhaupt Entfernung der Felsenriffe waren schon Ende 1847 so gelungen, dass man ähnliche Arbeiten mit dem Schiffe zu Nantes und zu St. Nazaire sofort in Aussicht stellte, worüber unsere französische Quelle berichtet [1]).

Nach denselben Principien, nur in grösseren Dimensionen und mit mancherlei Verbesserungen ausgeführt, verwandte 1849 der mit dem Bau eines grossen Nilwehres beauftragte französische Ingenieur Mougel ebenfalls ein Taucherschiff, was in gleicher Weise mit grossem Erfolge arbeitete [2]). Die Construction des ganz aus Eisen erbauten Schiffes, mit Dampfmaschinen, Luftcompressoren etc. etc. ausgestattet, führte (mit vielen nützlichen Eigenthümlichkeiten) der rühmlichst bekannte Pariser Maschinen-Ingenieur Cavé zur grössten Zufriedenheit aus.

Das Schiff war 33 m lang, 10,30 m breit und 2,70 m hoch und hatte belastet 1,40 m Tauchung. In seiner Mitte erhob sich über dem Schiffsboden eine Art von erhöhter Cajüte (reichlich 8 m hoch und breit und 15 m lang), die eigentliche Taucherglocke, ebenfalls aus Eisenblech mit Holzbalkenwerke im Innern, welche zur Aufnahme eines Cylinders diente, der bei 6,50 m Höhe, 5,80 m Breite und 7,70 m Länge in vertikaler Richtung derartig verschiebbar war, dass er bis 4,60 m unter dem Schiffsboden versenkt werden konnte und den Raum für die Arbeiter am Boden bildete. Besonders neu und eigenthümlich war eine Vorkammer-Luftschleuse (écluse à air) an der einen Langseite der sogenannten Hochcajüte, dazu bestimmt, um ohne Unterbrechung der Arbeit die nöthigen Materialien hineinzuschaffen und um zugleich das Ein- und Aussteigen für Personen zu ermöglichen.

Eine noch weitere Entwickelung fanden diese Art von Taucherschiffe durch den vorgenannten Pariser Mechaniker Cavé dadurch, dass er sie so construirte, dass sie zugleich als Baggerschiffe benutzt werden konnten. Eine

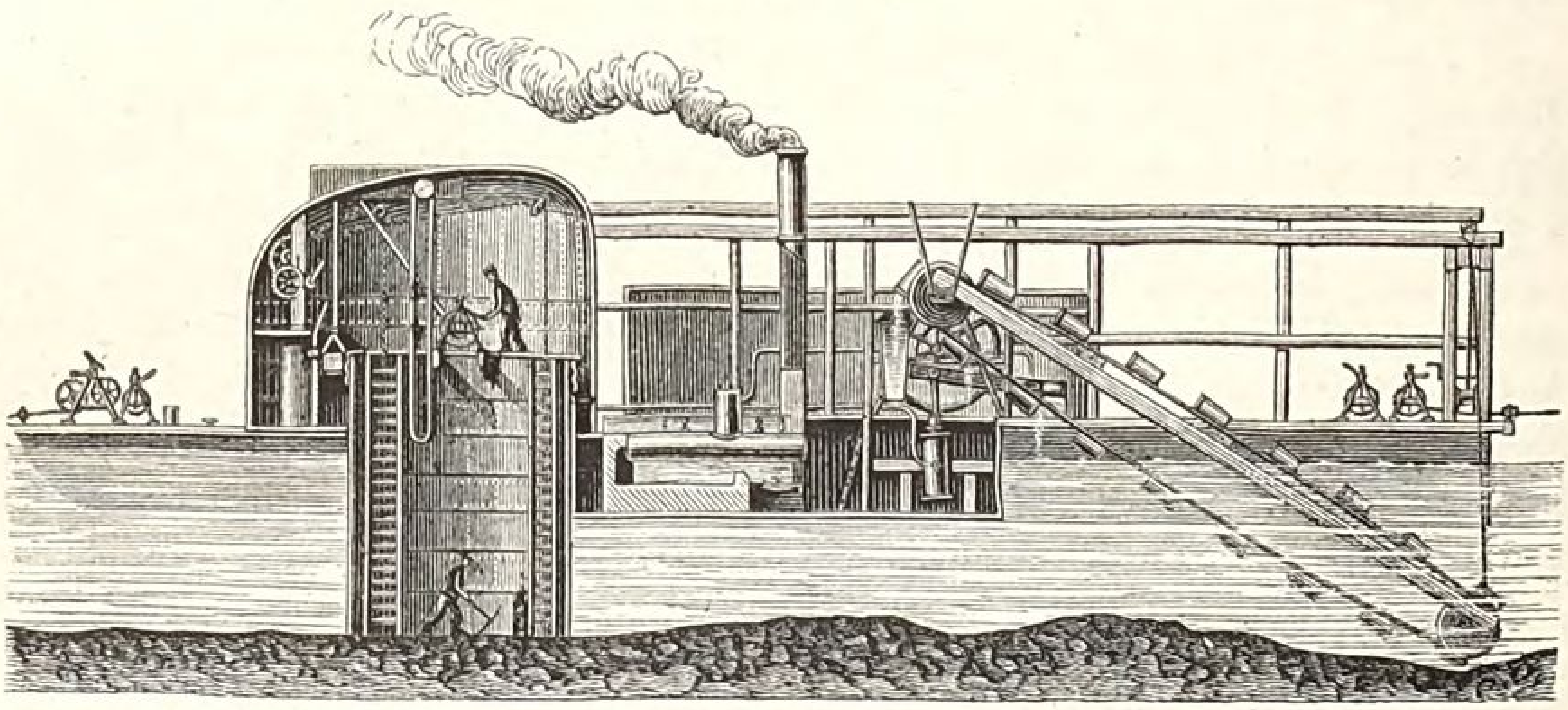
1) Annales des Ponts et Chaussées, T. XV (1848), pag. 315.

2) Bulletin de la société d'encouragement, 48. Année (Paris 1849), pag. 401 unter der Ueberschrift: „Notice sur la barrage du Nil, par Mr. Mougel, ingénieur en chef des ponts et chaussées, au service du vice-roi d'Egypte" (mit vier grossen Tafeln Abbildungen begleitet).

derartige Anordnung stellt Fig. 491 im Längendurchschnitte dar[1]), wobei kaum nöthig sein wird zu bemerken, dass der ganze Bau niemals gleichzeitig als Taucher- und Baggerschiff gebraucht wird.

Das betreffende Schiff bildet ebenfalls eine Blechschaale von 32 m Länge und 5,20 m Breite. Nach dem Vordertheile hin ist dasselbe mit der erforderlichen Oeffnung für die Taucherglocke versehen, deren Anordnung ganz so getroffen ist, wie vorher bei dem Nilschiffe (S. 611) speciell angegeben wurde. Die Mitte des Schiffes wird vom Betriebsdampfkessel und einer dazugehörigen zehnpferdigen Dampfmaschine eingenommen, während über der letzteren die Betriebsmechanismen und die obere Kettentrommel (Turas, S. 276 etc.) für das geneigte Eimerwerk des Baggers gelagert sind.

Fig. 491.



Die sogenannte über Deck erhöhte Cajüte (in unserer Quelle chambre à air genannt) hat 7 m Länge und 5 m Breite, während der vertikal verschiebbare Arbeitscylinder (cloche proprement dite) 4 m Weite und 5 m Höhe besitzt.

Auch hier ist eine sogenannte Luftschleuse angebracht.

Die Comprimirung der Luft erreicht hier selten mehr als 2 Atmosphären (Ueberdruck). Später hat Cavé auch dies Werk noch mehrfach verbessert[2]).

Auf der Pariser Weltausstellung von 1878 in einem Pavillon, dessen Inhalt aus Constructions- und Bau-Gegenständen des französischen Marineministeriums gebildet wurde, befand sich auch die Zeichnung eines Taucherschiffes, während letzteres in natura auf dem am Ausstellungsplatze vorbeifliessenden Seineflusse ausgestellt war[3]).

In der Mitte eines eisernen Schiffes von 32,0 m Länge und 7,30 m Breite war der Taucherapparat, eine aus zwei eisernen concentrischen Cylindern

1) Entnommen Armengaud's Génie Industriel vom Septbr. 1863, pag. 113.

2) Armengaud, Publ. Indust. Tome 15 (1864), pag. 126 etc. Mit schönen Abbildungen auf Pl. 11.

3) Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, Jahrg. XXXI (1879), S. 48.

von beziehungsweise 5,20 m und 1,90 m Durchmesser gebildete Glocke [1]), derart angebracht, dass diese sich in vertikalen Führungen frei bewegen konnte. Der zwischen den beiden Cylindern verbleibende ringförmige Raum enthielt eine Reihe luftdicht abgeschlossener Zellen, welche je nach Belieben mit Wasser oder comprimirter Luft gefüllt werden konnten etc. Der mittlere Cylinder diente als Einsteigerohr in die Luftschleuse, welche unmittelbar über der Arbeitskammer angebracht war. Der ganze Bau war für Arbeiten bis 4,5 m unter Wasserspiegel bestimmt.

Zu erwähnen ist schliesslich noch, dass man auch bei Felsensprengungen im Rheine (bei Bingen, St. Goar etc.) von (allerdings aus Holz gebauten) Taucherschiffen Gebrauch gemacht hat und wohl noch macht, worüber die unten angegebene Quelle berichtet [2]).

Während diese Taucherschiffe, den gewöhnlichen Taucherglocken gegenüber, die Vortheile grösster Sicherheit und eines sehr erweiterten Raumes für Beschäftigung einer verhältnissmässig grossen Zahl von Arbeitern in sich vereinigen, ist mit ihnen der Nachtheil verbunden, dass sie nur für Arbeiten in Wässern von geringer Tiefe (wie beispielsweise die meisten französischen Flüsse) brauchbar sind.

Für bequemes, rasches und sicheres Arbeiten in grossen Wassertiefen, insbesondere wenn es sich um die Fundamentirung von Brückenpfeilern handelte, blieb daher noch die Erfindung von Anordnungen übrig, welche geeignet waren, alle hier auftretenden Hindernisse und Schwierigkeiten in rechter Weise zu bekämpfen. Die Lösung dieser Aufgabe gelang im Anfange der 50er Jahre, wie sich aus folgendem Paragraphen ergeben wird.

§. 30.

Maschinen und Anordnungen bei pneumatischen Fundirungen [3]).

Der französische Civil-Ingenieur Triger war es, dem 1839 die Lösung der vorbenannten Aufgabe zuerst gelang und der mit entschiedenem Erfolge beim Abteufen eines Steinkohlenschachtes davon Gebrauch machte, um zu einer Steinkohlenschicht

1) Die Idee dieser Glocke sollte von dem Senator Krantz herrühren, deren Ausführung 1876—77 in den Ateliers von Claparède & Co. in St. Denis beschafft worden war.

2) Hagen's „Handbuch der Wasserbaukunst". Zweiter Th.: „Die Ströme". Bd. III (1874), S. 75 etc. (3. Aufl.), mit Abbildungen auf Tafel XXXI.

3) Literatur: Grössere Arbeiten, mit besonderer Beachtung der Geschichte des Gegenstandes:

1. Morandiere: „Traité de la construction des ponts etc." 1. Fascicule: „Fondations". Paris 1874. Fondations au moyen de l'air comprimé, pag. 89—129.
2. F. Rziha: „Eisenbahn-Unter- und Oberbau", Bd. II, Wien 1877. Cap. VI,

bei Chalonnes (im Departement de Maine et Loire) zu gelangen [1]), die 18 m bis 20 m unter sogenanntem Schwimmsande lag.

Um die geschichtliche Priorität festzustellen und gleich im Anfange die nothwendige Uebersicht des Gegenstandes zu gewinnen, hält es der Verfasser für angemessen, die Triger'sche Erfindung in folgender Fassung zu charakterisiren:

„Die Taucherglocke wurde in Gestalt einer verhältnissmässig weiten Röhre (Cylinder) von solcher Höhe in Anwendung gebracht, dass ihr oberes Ende stets über dem Terrain (event. über Wasser) blieb und die man so lange nach unten hin verlängerte oder zum Niedersinken veranlasste, bis schliesslich die beabsichtigte Tiefe oder der feste Untergrund erreicht wurde. Das obere Rohrende bekrönte man dabei mit einem besonderen Cylinder, der nichts anderes war, als die bereits vorher bei dem Nil-Taucherschiffe erwähnte Luftschleuse (sas à air)[2]).

Mittelst der in die Röhre gedrückten Luft, von entsprechender Pressung (über Atmosphärendruck), entfernte man das am unteren Rohrende eintretende Wasser etc. etc.

Wie Triger in dem speciellen Falle einer Schachtabteufung die genannten Principien in Ausführung brachte, erhellt am besten durch Betrachtung der beiden folgenden Figuren 492 und 493, treue Copien unserer (französischen) Quelle auf der Kupfertafel III des bereits angegebenen Bandes IX (4. Serie) der Annales des Mines.

aa ist die cylindrische Luftschleuse von 2 m Durchmesser und von 3,6 m Höhe. *c* (oben) und *d* (unten) sind zwei durch Klappen zu schliessende Thüren (Klappen), wovon sich die obere nach innen, die untere nach aussen öffnet.

S. 44. Pneumatische Fundirungen (Separat-Ausgabe des Berichtes über die Wiener Ausstellung von 1873).

3. E. Gaertner: „Entwicklung der pneumatischen Fundirungs-Methode". Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereins, Jahrg. XXXI (1879), Seite 41. Auch als besonderer Abdruck erschienen.

4. Gustav Meyer: „Grundbau". Cap. VII, Bd. I, in Heusinger von Waldegg's Handbuche der Ingenieur-Wissenschaften. Erste Abtheilung (2. Aufl.), Leipzig 1884.

5. L. Brennecke, „Handbuch der Baukunde". Abtheil. III: Baukunde des Ingenieurs. Der Grundbau. Berlin 1887 (Luftdruck-Gründung von S. 193 bis mit S. 304.

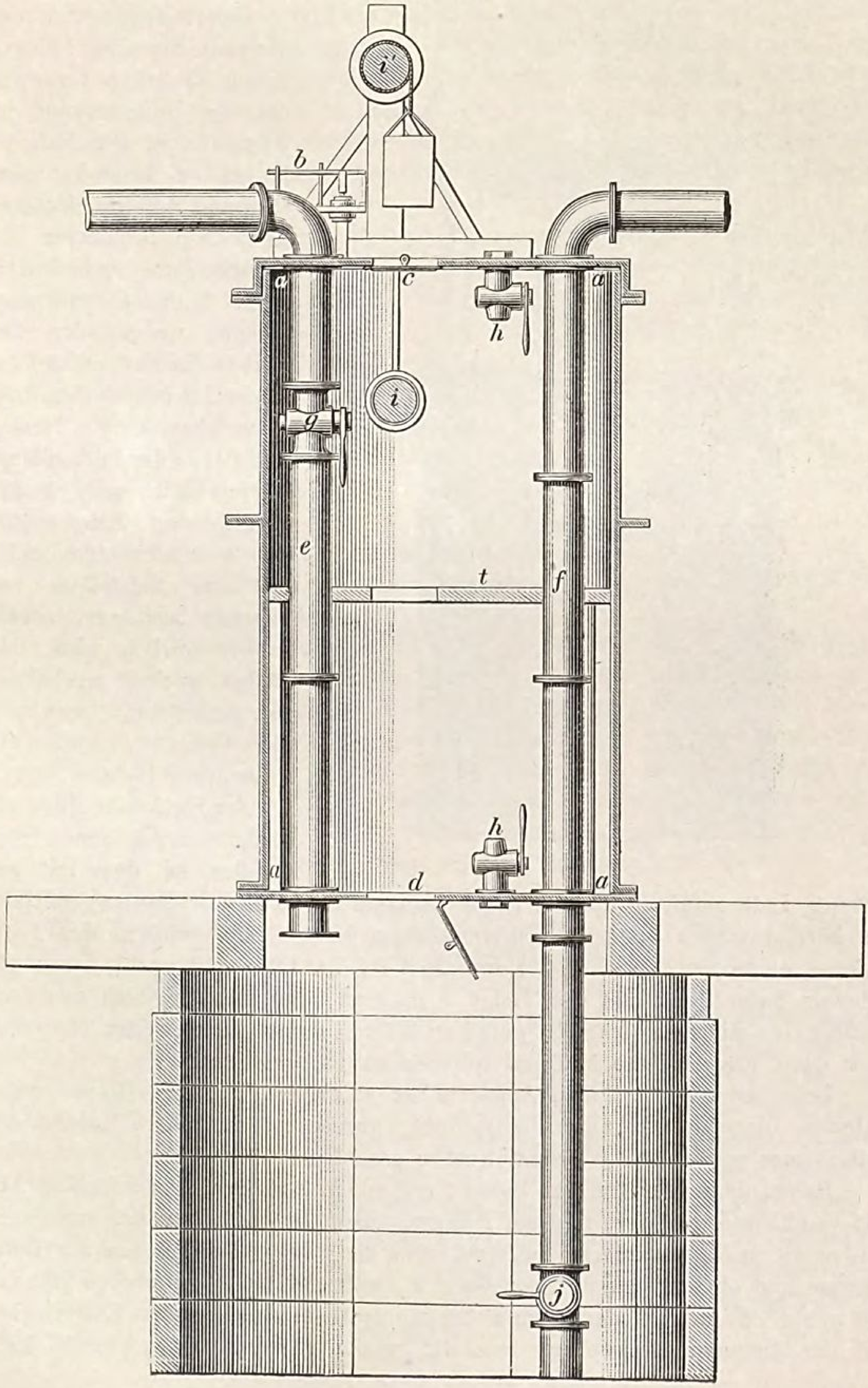
1) Annales des mines. Quatrième Serie, Tome IX (1846), pag. 349 unter folgender Ueberschrift:

„Adressé à M. le sous-secrétaire d'Etat des Traveaux publics, en date du 17. Febr. 1846, sur le procédé suivi à Douchy pour traverser des nappes d'eau considérables, au moyen de l'air comprimé. Par M. Blavier, Ingenieur en chef des mines".

2) So weit ich (bis jetzt) meine Nachforschungen habe treiben können, kommt der Name „sas à air" zuerst bei Triger (S. 352 a. a. O., Annales des Mines) vor und ist dieser Name wie die Sache, von Cavé und Mougel bei der Ausführung des Nil-Taucherschiffes, von Triger entlehnt worden.

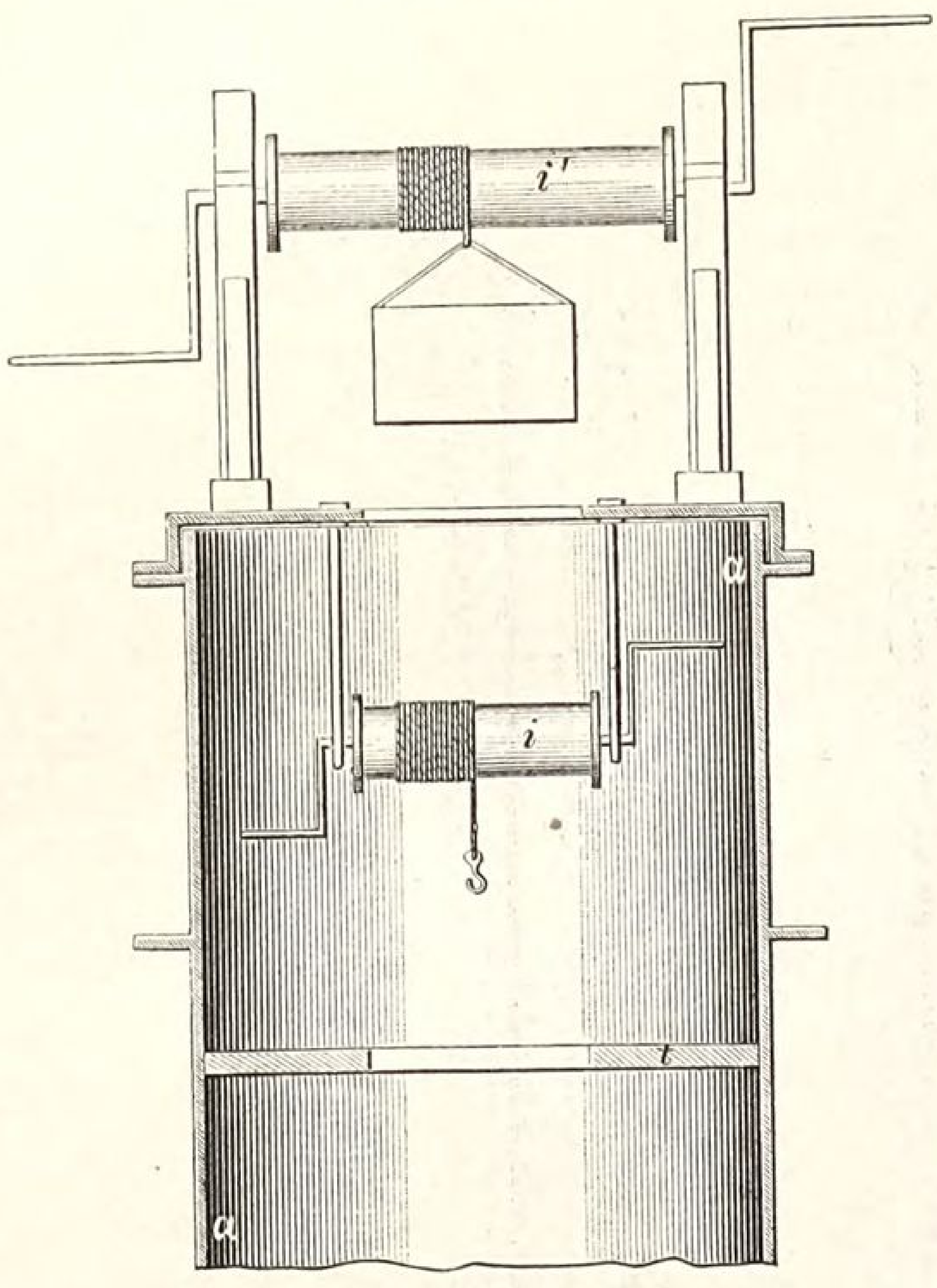
Beide Oeffnungen sind gross genug, um sowohl hinlänglich freien Durchgang für ein- und ausfahrende Arbeiter zu bieten, als auch die Passage eines rectangulären Kastens von ca. $^1/_2$ Hektoliter Fassungsraum zu ermöglichen, der zum Fördern ausgehobenen Bodenmateriales dient.

Fig. 492.



e ist eine Röhre (von 0,20 m Durchmesser) zum Einführen gepresster atmosphärischer Luft, welche letztere ein Cylindergebläse (Compressor) lieferte, dessen Motor eine Dampfmaschine von 14 Maschinenpferden war. Die Compressionspumpe hatte 0,41 m Cylinder-Durchmesser, der Kolben 0,90 m Schublänge und lieferte Luft von 2½ bis 3 Atmosphären Ueberdruck.

Fig. 493.



Das Zuführrohr *e* der comprimirten Luft ist mit einem Hahne *g* versehen, um die Luftpressung im Apparate für den Fall erhalten zu können, wenn störende Zufälle eintreten oder eine Reparatur des Compressors erforderlich wird. *h* und *h'* sind zwei Hähne, welche der Gebrauch der Luftschleuse erforderlich macht. Ein Rohr *f*, welches durch Deckel und Boden der Luftschleuse hindurchtritt und bis zur betreffenden Arbeitsstelle des Schachtes hinabreicht, ist zum Aufsteigen von Wasser bestimmt, sobald es erforderlich wird, den Boden trocken zu halten. Zur geeigneten Absperrung des Rohres *f* dient ein besonderer Hahn *j*.

Zur Entfernung des am Boden ausgehobenen Materiales in dem mit gepresster Luft gefüllten Raume (zum sogenannten Ausschleusen) mittelst der bereits vorher erwähnten prismatischen Kästen hat man in der Luftschleuse einen zweimännischen Hornhaspel *i* (Fig. 493) angebracht, wozu die Arbeiter ihren Stand auf der Bohle *t* nehmen, die auch zugleich zur Aufstellung der mit Bodenmaterial gefüllten Kästen dient. Ein zweiter Haspel i_1 dient dazu, das gedachte Material vollends zu Tage zu fördern.

Beim Arbeiten mit dem Apparate ist natürlich die obere Klappe *c* geschlossen, dagegen die untere *d* geöffnet; ebenso ist der obere Hahn *h* der Luftschleuse sowie *f* im Wassersteigrohre geschlossen.

Haben dann die auf der Bohle *t* stehenden Arbeiter eine zulässige Anzahl von Kästen gefördert und auf *t* angesammelt, so handelt es sich um deren Förderung zu Tage. Hierzu schliesst man die Klappe *d* im Boden der Luftschleuse und ebenso den unteren Hahn h_1, während man den oberen Hahn *h* ein wenig öffnet und damit eine Communication zwischen der Luftschleuse und der äusseren Atmosphäre herstellt, wobei offenbar die gepresste Luft

durch den etwas geöffneten Hahn *h* zu entweichen beginnt. Nach weiterer Oeffnung letzteren Hahnes geht endlich der Luftdruck in der Schleuse bis auf den Druck der Aussenluft herab, was ungefähr nach 15 bis 20 Minuten erfolgt. Hierauf öffnet sich auch die Klappe *c* im Deckel der Luftschleuse, so dass die Arbeiter letztere verlassen können. Wie man dann mittelst des zweiten Haspels i_1 die Förderung zu Tage ausführt, bedarf nach den vorhergehenden Erörterungen keiner Erklärung. Ebenso dürfte die Erörterung des umgekehrten Verfahrens, d. h. wenn man die leeren Kübel abwärts führt, keine weitere Auseinandersetzung erfordern, vielmehr die Bemerkung hinreichend sein, dass die betreffenden Arbeiter auf in unseren Abbildungen weggelassenen Leitern sowohl die Luftschleuse passiren, als auch auf den Boden des Schachtes hinabsteigen.

Schliesslich dürfte noch zu erwähnen sein, dass die Steigeröhre *f* für Grubenwässer nur dann gebraucht wird, wenn der Schachtboden, worauf die Arbeiter beschäftigt sind, nicht trocken genug oder gar mit Wasser bedeckt ist. In letzterem Falle wird einfach die Luftcompressionsmaschine in eine entsprechend erhöhte Thätigkeit versetzt.

Vorstehenden (auszugsweisen) Bericht, der nicht vom Erfinder des erörterten Arbeitssystemes selbst erstattet wurde, hält der Verfasser zur Feststellung geschichtlicher Thatsachen und zur Beleuchtung später aufgestellter Behauptungen und Einsprüche[1]) für angemessen, durch eine Note[2]) aus dem

1) Besonders Gaertner in seiner Entwickelung etc. (a. a. O., S. 4 etc.)

2) Die erwähnte Stelle (mit einigen Angaben, welche von denen Blavier's abweichen) lautet folgendermaassen:

Nous nous sommes procurés un tube en tôle de fer, de 12 millimètres d'epaisseur et de 1,033 m de diamètre intérieur. Ce tube, d'une longueur de 20 mètres, a été construit à Paris, et nous a été adressé par bouts de 5 à 6 mètres de longueur: ces bouts de tubes, après avoir été réunis, ont été successivement enfoncés dans les sables, au moyen d'un mouton, comme dans les sondages pour les puits artésiens. Les sables en ont été extraits au moyen d'une soupape à boulet, de sorte qu'on peut considérer l'enfoncement de ce tube, qui repose sur le solide à la profondeur de 19 mètres, comme un sondage d'une espèce toute nouvelle, à raison de son diamètre.

Rien d'extraordinaire ne s'est manifesté pendant l'enfoncement de ce tube, si ce n'est la rapidité avec laquelle a augmenté la résistance dès qu'il a quitté les sables ordinaires pour entrer dans des sables plus grossiers. Ce tube, qui, jusqu'à la profondeur de 12 à 15 mètres, avait pénétré avec facilité dans le sable ordinaire, a éprouvé depuis 17 mètres jusqu'à 1 g dans les gros sables, une résistance telle, que deux cents coups de mouton du poids de 2000 Kilogrammes, tombant de 1,50 m environ de hauteur, suffisaient à peine pour l'enfoncer de quelques centimètres; tandis que, peu de temps auparavant, une pareille manoeuvre l'enfonçait au moins de 1 mètre. De sorte que les deux derniers mètres ont exigé un travail et un temps au moins deux fois aussi long que tout le reste de l'opération, d'où je conclus que jamais on ne serait arrivé au même résultat par le dégagement successif des sables et la simple pression, comme cela se pratique généralement en Angleterre, où le terrain sans doute est d'une tout autre nature, et loin de présenter les mêmes difficultés.

Mémoire zu ergänzen, welches im 13. Bande (1841), S. 886 der Comptes rendus über den Triger'schen Apparat etc. der Pariser Akademie übergeben wurde und welches die Herren Arago, Elie de Beaumont, Dutrochet und Dufrénoy zum Verfasser hatte.

Von fernerem geschichtlichen Werthe dürfte im Schlusssatze des Academie Mémoires eine Bemerkung sein, welche folgendermaassen lautet:

„Quant aux applications de notre appareil, nous pensons que le génie maritime peut en tirer un très-grand partie pour le creucement des ports; que les ponts et chaussées, pour la construction des ponts, peuvent également le mettre en usage, ne fût-ce même pour le pont de Tours, dont nous pourrions aller consolider les arches chancelantes."

Unstreitig war hiermit den denkenden Ingenieuren die erste der drei jetzt bekannten Methoden der pneumatischen Fundirungen, die mittelst Röhren [1]), an die Hand gegeben, welche auch zuerst (1849—1851) von dem englischen Ingenieur Hughes beim Bau der gusseisernen Bogenbrücke über den Medwayfluss bei Rochester mit entschiedenem Erfolge ausgeführt wurde [2]). Die gusseisernen Röhren in den Fundamenten dieser Brücke erhielten den bedeutenden Durchmesser von 2,13 m bei 2,70 m Abstand von Mitte zu Mitte. Diese Röhren wurden aus einzelnen übereinander gesetzten und zusammengeschraubten Cylindern von 2,70 m Höhe nach und nach verlängert, durch Unterminirung des Ringes, womit sie auf dem Boden oder der Sohle standen, gesenkt, das von unten in die Röhre tretende Wasser durch den Druck der in das Innere geführten comprimirten Luft nach aussen hin verdrängt, bis man schliesslich den erforderlichen festen Grund erreicht hatte und das Innere der Röhre mit Beton oder anderem Materiale ausfüllen konnte [3]).

1) Die beiden anderen Methoden sind die pneumatischen Fundirungen mittelst Caissons (Senkkasten) und die mit der als Caisson gestalteten Taucherglocke.

2) Förster's Bauzeitung, Jahrg. 1858, S. 194.

3) Ein rationell gebildeter, erfahrener Ingenieur, Herr Gustav Meyer, äussert sich in dem VII. Capitel (Grundbau) der zweiten Auflage, I. Band, zweite Abtheilung von Heusinger's Handbuche der Ing.-Wissenschaften, S. 373 über das hier in Frage kommende geschichtliche Verhältniss folgendermaassen:

„Mit der Anwendung des Triger'schen Verfahrens beim Bau der Rochesterbrücke ist eine Gründungsmethode eingeführt, welche seitdem in einzelnen Constructionstheilen, in der Einrichtung und Ausdehnung der Arbeitsräume, in der Verminderung der eingeführten Luftmasse, in der Einschränkung des Materialverbrauchs, in der Förderung des Bodens zum Zwecke einer schnelleren und billigeren Leistung, Veränderungen erfahren hat, die aber im Principe damals festgestellt ist und wegen der Sicherheit, welche sie selbst unter den schwierigsten Verhältnissen gewährt, zu den wichtigsten Erfindungen der neueren Zeit im Gebiete des Bauwesens zählt."

Auch Brennecke in seiner vorzüglich abgefassten Abhandlung „Der Grundbau" (Abtheil. III des Handbuches der Baukunde) nennt im Abschnitt „Luftdruck-Gründung" Seite 194 nur „Triger" als den eigentlichen Pionier der Sache!

Das Huyghes-Verfahren der pneumatischen Brückenpfeilergründung wurde bald von vielen anderen englischen Ingenieuren mit mehr oder weniger bedeutsamen Detail-Verbesserungen in Anwendung gebracht[1]), von denen der Verfasser besonders den jüngeren Brunnel nebst dessen bewährten Gehülfen R. P. Brereton zu erwähnen für seine besondere Pflicht hält, da dieser Herr dem Verfasser im Jahre 1851 beim Bau der grossen Brücke über den Wye-Fluss bei Chepstow die Gelegenheit bot, die pneumatische Brückenpfeilergründung mittelst Röhren durch Augenschein genau kennen zu lernen.

Das zweite der auf voriger Seite (Note 1) genannten Systeme pneumatischer Brückenpfeilergründung, das mit Anwendung sogenannter Senkkasten (Caissons) und anderen wesentlichen Abweichungen, wurde zuerst 1859 beim Bau der Kehler Rheinbrücke vom französischen Ingenieur Fleur-Saint-Denis praktisch gemacht. Bemerkt zu werden verdient hierbei, dass von mehreren Seiten nicht den Franzosen, sondern einem Architekten Pfannenmüller in Mainz die Priorität der Caissonfundirung deshalb zugeschrieben wird, weil dieser schon 1850 diese Methode bei einem Projecte zur Mainzer Rheinbrücke in Vorschlag gebracht habe[2]). — Da hier von einem Projecte nicht weiter die Rede sein kann, so wenden wir uns sofort zur Sache, d. h. zur Erörterung der pneumatischen Pfeilergründung der Kehler Brücke unter Benutzung der unten[3]) verzeichneten Quellen.

1) Der Verfasser hat seine Beobachtungen und Erfahrungen in zwei Artikeln im Notizblatte des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins Bd. I (1851—1852), S. 150 und S. 360 bekannt gemacht. An letzterer Stelle, S. 365, wird speciell das Aufstellen und Eintreiben der gusseisernen Röhren besprochen, welche die Pfeiler der Brücke bilden.

2) Gaertner, „Entwickelung der pneumatischen Fundirungs-Methode". Wien 1879, S. 4—13.

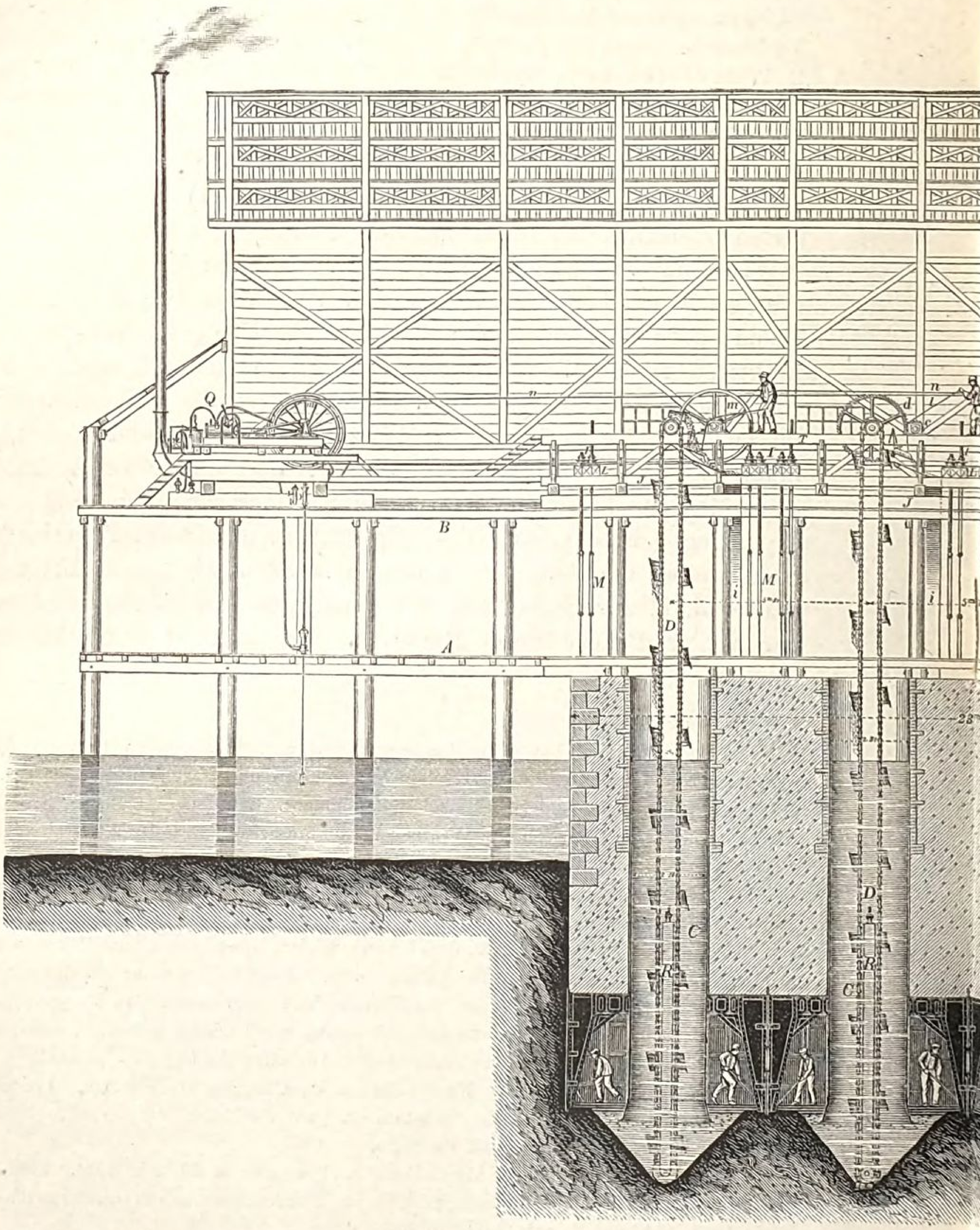
Gaertner bezweifelt selbst, dass Fleur-Saint-Denis von dem Pfannenmüller'schen Projecte Kenntniss gehabt habe. Jedenfalls ist der als die wichtigste Person einer Erfindung zu bezeichnen, von dem nicht das Project (die Idee) der Sache herrührt, sondern die gelungene, nicht wieder ausser Anwendung gekommene Ausführung, so dass diese Gemeingut aller Betheiligten wurde!

3) Castor, Travaux de Navigation et de Chemins de Fer etc. Précédé d'un rapport sur les travaux de fondation du pont du Rhin. Paris 1861. (Nebst einem Atlas mit 19 Kupfertafeln in Folio.

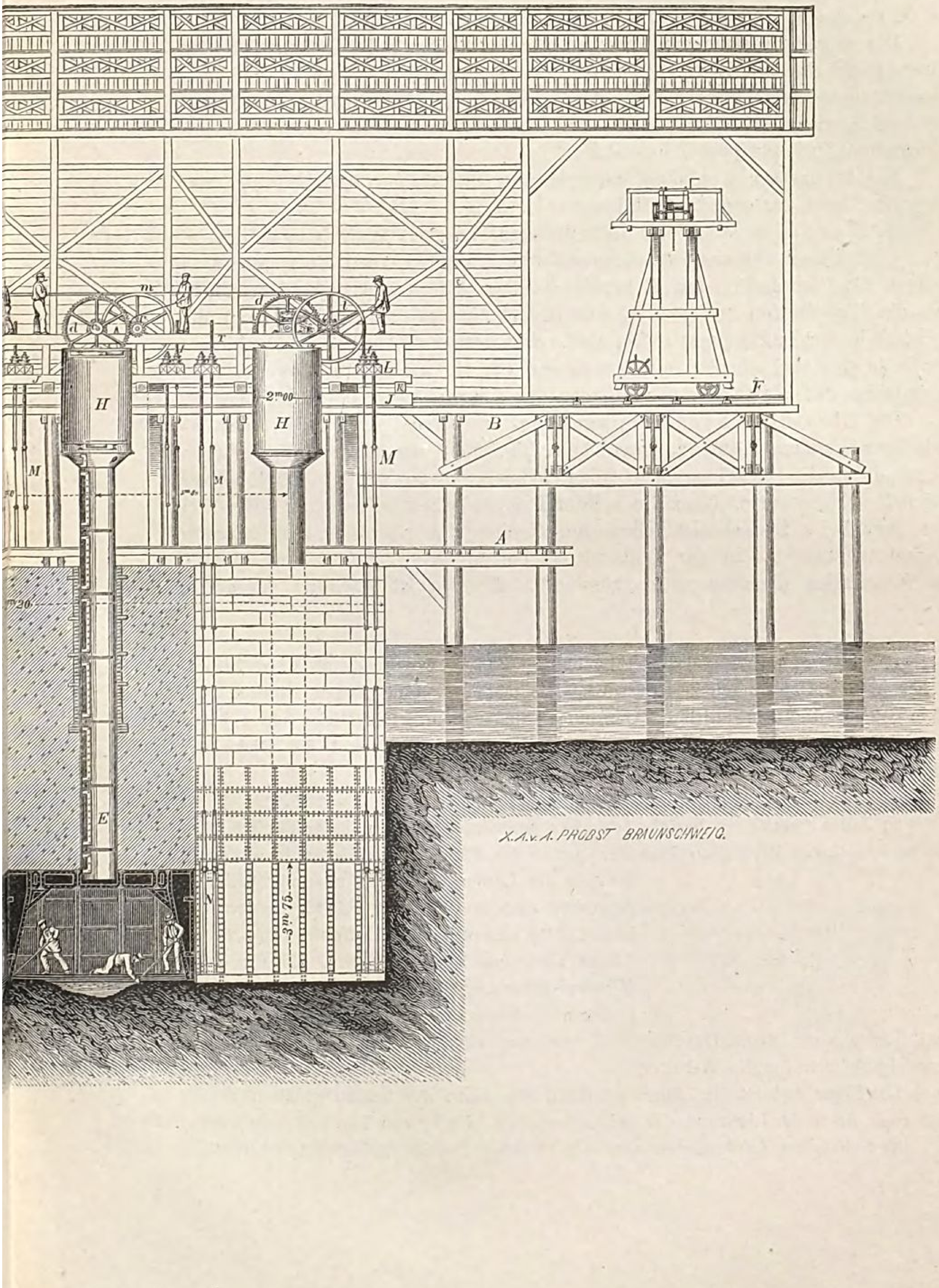
E. Vuiger et Fleur-Saint-Denis, Pont sur le Rhin à Kehl. Details practiques sur les dispositions générales et d'exécution de cet ouvrage d'art. Paris 1861. (Ebenfalls mit Atlas in Fol.)

Schwedler & Hipp, Der Rheinbrückenbau bei Kehl. Erbkam's Zeitschr. für Bauwesen. Jahrg. X (1860), S. 7—46. Gleichfalls mit Abbildungen.

Fig.



494.



Unsere dem unten genannten Castor'schen Werke entlehnte Abbildung Fig. 494 zeigt die für unsere maschinellen Zwecke hinreichenden Anordnungen und Ausführungen der pneumatischen Gründung bei der Kehler Brücke mittelst Caissons (Senkkästen) durch Fleur-Saint-Denis, und zwar für einen der beiden Pfeiler (von überhaupt vieren im Wasser stehenden[1]), welche dem Lande zugekehrt sind, in der Richtung des Stromes genommen[2]).

Der grosse 23,20 m lange und im Lichten 3,40 m hohe Kasten (wo vier Längentheile in der Figur leicht zu erkennen sind) ruht bereits auf dem Kiesgrunde auf und bemerkt man die dort zur Bodenlösung etc. beschäftigten gewöhnlich vier) Arbeiter, so wie der vierte Längentheil (rechts) im geschlossenen Zustande gezeichnet ist.

Die in unserer Abbildung angegebenen Buchstaben beziehen sich auf folgende Theile der ganzen Anordnung:

A, *B* und *F* erforderliche Holzrüstungen, Träger, Verstrebungen u. s. w.

C sind zwei der vier vorhandenen Baggerschächte, wobei die zugehörigen Leitern der Eimerketten mit *R* bezeichnet sind. Hierbei bemerkt man sofort, dass die Eimerketten noch unter den Boden hinabreichen, auf welchem die Arbeiter in der Luftkammer thätig sind. Die dazu unter dem Boden gebildete Grube blieb dabei ebenso mit Wasser gefüllt wie der ganze Baggerschacht, in welchem das Wasser mit dem Niveau des Aussenwassers übereinstimmt.

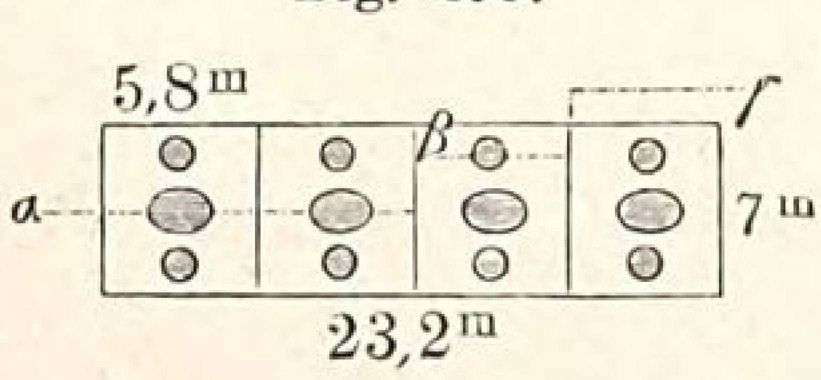
Die Einsteigschächte Schachtrohre *E* (zu beiden Seiten des dazwischenstehenden Förderschachtes Fig. 495) waren an ihren oberen Enden durch die Luftschleusen *H* abgeschlossen, wovon jede 2 m Durchmesser und 3,25 m Höhe hatte. Ganz wie bei der Triger'schen Luftschleuse (Fig. 492) war sowohl im Deckel als Boden von *H* eine sich nach unten öffnende Klappe angebracht. In der Luftschleuse befand sich ebenfalls eine Winde, um Materialien niederlassen zu können[3]). Endlich ist noch zu erwähnen,

1) Die Stromöffnung der Brücke beträgt 235 m, welche durch vier Strompfeiler in fünf Oeffnungen zerlegt wird. Die beiden Landöffnungen erhalten jede 26 m Weite, die drei mittleren Oeffnungen jede 56 m. Die Dicke eines jeden der beiden dem Lande zugekehrten Pfeiler ist 4,50 m, während die Dicke der Mittelpfeiler nur 3 m beträgt. Daher:

$$2 \,.\, 26 + 2 \,.\, 4{,}5 + 3 \,.\, 56 + 2 \,.\, 3 = 52 + 9 + 168 + 6 = 235.$$

2) Jeder Senkkasten besteht aus vier getrennten Theilen, jeder Theil 5,80 m Länge und 7,0 m Breite, so dass der ganze die Pfeiler umschliessende eiserne Kasten die Länge von 23,20 m und (beiläufig bemerkt) 3,40 m Höhe hat. Jeder Kasten hat in der Mitte eine elliptische Oeffnung von 2,288 m Länge und von 1,488 m Breite, die für einen Vertikal-Eimerbagger bestimmt ist. Die beiden anderen Oeffnungen (Fig. 495) jedes Kastens sind Kreise von 1,0 m Durchmesser, bestimmt zum Durchgange der Ein- und Aussteigschächte für die Arbeiter.

Fig. 495.



Die Figur 494 ist ein Längenschnitt durch einen der beiden grössten Pfeiler und zwar nach der Richtung der gebrochenen Linie $\alpha\beta\gamma$ von Fig. 495 genommen.

3) Sehr gute Zeichnungen aller betreffenden Details finden sich namentlich

dass auch am unteren Ende der Röhre E des Einsteigschachtes eine Bodenklappe sich befindet, welche während der Arbeit im Kasten immer geöffnet ist, während die beiden Klappen der Luftschleuse H geschlossen sind.

Die Gebläse (Compressoren) zur Erzeugung gespannter atmosphärischer Luft in den Luftschleusen und den Einsteigröhren waren in drei Prahmen (nebst zugehörigen Dampfkesseln und Dampfmaschinen) montirt und schwammen also während der Arbeit neben den in unserer Abbildung Fig. 494 gezeichneten Gerüsten[1]). Von den zum Bewegen der Baggerwerke erforderlichen Dampfmaschinen (zwei von je 10 bis 12 Maschinenpferdekräften) ist in Fig. 494 eine derselben (Q) sichtbar. Zum Zwecke der Transmission durch Drahtseile n sind mit Rinnen oder Kimmen versehene Rollen (Scheiben) m vorhanden. Auf der Welle jeder passiven Rolle ist ein kleines Zahnradtrieb befestigt, was in ein grosses Zahnrad d fasst, auf dessen Achse ein Kettenrad sitzt, dessen Zähne zwischen die Bolzen der Baggerkette greifen etc.[2]). Besonders wirksame Mittel hatte man zum Senken der eisernen Caissons in Anwendung gebracht, indem jeder der in Fig. 495 angegebenen Theile 38250 kg Gewicht hatte (ohne die Bagger- und Einsteigröhren und ohne auf die Decke des Senkkastens gebrachtes Mauerwerk), so dass das Gewicht eines ganzen Kastens $4 \times 38250 = 153000$ kg betrug, ein Gewicht, was bis auf 20 m Tiefe zu versenken war, da die Gründung der Pfeiler bis auf diese 20 m unter den niedrigsten Wasserstand beschafft werden musste[3]).

Den ganzen Senkkasten hing man an 32 Stangen und Ketten M, Fig. 494, wobei in die Stangen nach oben hin Schrauben geschnitten waren, deren Muttern man mit Hülfe sogenannter Ratschen-Klinkenbewegungen in Umdrehung versetzen konnte, die Schraubenstangen also zu einer fortschreitenden Bewegung zu zwingen vermochte[4]).

Da man stets nur die eine Hälfte der Stangen und Ketten zum Halten (Tragen) der Senkkasten benutzen konnte, weil in der zweiten Hälfte neue Kettenglieder zum erforderlichen Verlängern (beim Fortschreiten des Senkens) eingefügt werden mussten, so hing das vorher angegebene Gewicht von 153000 kg an 16 Schrauben, die nach Abzug der Gewinde 62 mm Durchmesser, also 3017 □mm Querschnittsfläche hatten, folglich mit einer Zugkraft gleich $\frac{153000}{16 \cdot 3017} = \frac{153000}{48272} = 3$ kg ca. pro Quadratmillimeter in Anspruch genommen wurden.

auf Tafel 11 des Seite 619 (Note 3) angegebenen Werkes von Vuiger und Fleur-Saint-Denis.

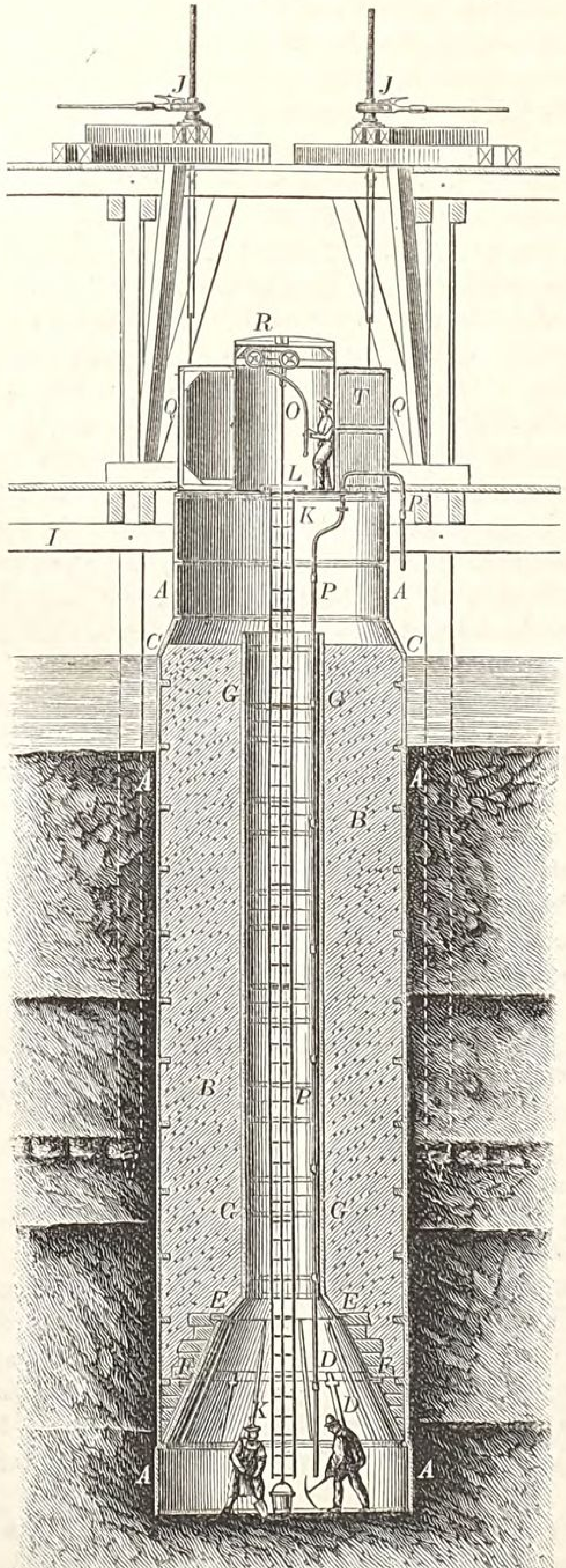
1) Zum Betriebe der fünf vorhandenen Gebläsmaschinen (Compressoren), welche Luftpressungen von 2 bis 3 Atmosphären (Ueberdruck) zu erzeugen hatten, befanden sich auf den betreffenden Pontons zwei Dampfmaschinen (von je 16 Pferden) aus der Fabrik von Desrone & Cail in Paris, zwei von je 10 Pferden von Flaud ebendaselbst, und eine von Cavé zu 25 Maschinenpferden.

2) Zugehörige Details finden sich in den beiden vorgenannten französischen Werken.

3) Bei Vuiger und Fleur-Saint-Denis, a. a. O., S. 19 wird das Gewicht eines Caissons nur zu 37500 kg angegeben.

4) Detailzeichnungen in allen drei S. 619, Note 3 genannten grösseren Werken.

Fig. 496.



Durch den Gang der Versenkung erhöhte sich diese Anspruchnahme von 3 auf 7 mm, ohne dass ein nachtheiliges Reissen der Ketten oder Stangen zu beklagen war[1]).

Sowohl die Ingenieure als der Bauunternehmer Castor, denen man die Pfeilerfundirung der Kehler Rheinbrücke in Accord übertragen hatte, wurden für das (1859) völlig gelungene Werk überall belobt, alle gestanden sich aber dennoch, dass für ähnliche Fälle mancherlei Vereinfachungen mehr als wünschenswerth sein würden.

Castor gelang dies schon bei der Seine-Brücke zu Argenteuil[2]), wobei die Flusspfeiler aus je zwei gusseisernen Röhren AA (Fig. 495) von 3,60 m Durchmesser (über dem Wasser gekuppelt) zusammengesetzt waren. Das den Arbeitsraum bildende untere Ende hatte man durch eine aus gusseisernen Rippen geformte und ausgemauerte kegelförmige Decke EF (die Crinoline oder Hut genannt) abgeschlossen. Der Mantel EF hatte sowohl die Betonirung BB, als auch einen aus Holz gebildeten centralen Schacht GG von 1,10 m Durchmesser zu

1) Castor (a. a. O. S. 112) berechnet die grösste Anstrengung der 16 Aufhängungs-Stangen und -Ketten wie folgt:

Gewicht eines ganzen Caissons	145 000 kg
Grösstes Gewicht an Mauerwerk	616 000 „
	761 000 kg
Hiervon das Gewicht des verdrängten Wassers .	406 000 „
Folgt reelles Gewicht, womit der verbliebene Körper der Schrauben in Anspruch genommen wurde	355 000 kg

Hiernach betrug die grösste Inanspruchnahme für eine der 16 Schrauben:

$$\frac{355\,000}{16 \,.\, 3017} = \frac{355\,000}{48\,272} = 7{,}6 \text{ kg}$$

pro Quadratmillimeter.

2) Die bei Argenteuil über den Seinefluss (bei Paris) führende eiserne Brücke liegt in der Eisenbahnlinie Paris, Pontoise-Dieppe, und besteht aus fünf Oeffnungen, wovon die vier Flusspfeiler pneumatisch fundirt wurden. Die Versenkungstiefe betrug 16 und 20 m.

Ausführliche mit grösseren Zeichnungen begleitete Berichte über die pneumatische Gründung der Flusspfeiler dieser Brücke finden sich in nachbenannten Quellen:

1. „Bulletin de la société d'encouragement“, 61. Année (Paris 1862), pag. 524.
2. Hieraus deutsch (ohne Quellenangabe) in Förster's Allgemeiner Bauzeitung, 28. Jahrgang (1863), S. 139 etc.
3. „Morandière, Traité de la construction des ponts etc“. 1. Fascicule (Fondations), Paris 1874, pag. 93.

Hierzu fügt der Verfasser noch folgende Bemerkung Gaertner's (a. a. O. S. 15): „Mit diesem Castor'schen Verfahren ist der wesentliche Vortheil verknüpft, unmittelbar auf die Decke EF, die zur Versenkung erforderliche Belastung durch Ausmauerung oder Betonirung des Hohlraums aufbringen zu können, während man vorher bei der Fundirung der Röhren zur künstlichen Beschwerung seine Zuflucht genommen hatte.“

tragen. Letzterer diente sowohl zum Auf- und Absteigen der Arbeiter vermittelst einer Leiter *K*, als auch zum Fördern des unten gelösten Bodens. Das Fördern des letzteren geschah mittelst Kübel (oder Körben), die an Seilen *L* hingen, die weiter über eine Rolle geführt und von einer ausserhalb auf dem Deckel *R* der Luftschleuse montirten kleinen Dampfmaschine in Thätigkeit gesetzt wurden.

Die aus zwei concentrischen Cylindern *O* und *Q Q* gebildete Luftschleuse (der äussere Cylinder mit einem Durchmesser von 3,20 m), bildet drei Kammern oder Abtheilungen, wobei der innere Cylinder *R* im Durchmesser 1,40 m hat und übrigens mit dem Centralschachte *G* in beständiger Verbindung steht. Senkrechte (radiale) Scheidewände *T T* theilen den ringförmigen Raum zwischen *Q* und *R* nochmals in zwei gleiche Abtheilungen, so dass überhaupt drei Abtheilungen vorhanden sind.

Die cylindrische innere Abtheilung *R* ist fortwährend mit comprimirter atmosphärischer Luft gefüllt, welche von einem ausserhalb montirten Compressor (ebenso wie dem Schachte *G* und dem unter letzterem befindlichen Arbeitsraume) zugeführt wird.

Durch diese Anordnung waren die Räume für die Materialschleusung *T T* ringförmig um die eigentliche Luftschleuse *O* herumgelagert, wobei man die Communication mit der Luftschleuse und nach aussen mit der Atmosphäre durch Thüren beschafft hatte. Während dann die eine Hälfte des ringförmigen Raumes mit der äusseren Luft in Verbindung gesetzt und geleert wurde, diente die andere zur Aufnahme der mit Bodenmasse (Kies, Grand, Sand etc.) gefüllten Kübel aus dem centralen Förderschachte oder Schachtrohre *G*.

Noch ist auf einen Heber *P* aufmerksam zu machen, der dazu dient, mit Hülfe der comprimirten Luft das Grundwasser dann zu heben und es nach aussen abzuleiten, wenn man es nicht unter die Röhre zurückdrücken will.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass wie bei der Kehler Brückenfundirung der Senkcylinder *A* in Ketten mit nach oben hin folgenden Schrauben hing, deren Muttern *J* durch Ratschwerke in geeignete Umdrehung gesetzt wurden.

Indem der Verfasser, zufolge Zweck und Raumersparniss, hinsichtlich der chronologischen Weiterentwickelung des pneumatischen Fundirungssystemes namentlich auf die betreffenden Abhandlungen des Professors Rziha[1]) und des Ingenieurs Gaertner[2]) verweisen muss, berichtet derselbe noch über einige charakteristische Beispiele, welche den wichtigsten verschiedenen Eigenthümlichkeiten Rechnung tragen und bis zur Gegenwart reichen.

Zunächst hält es der Verfasser für Pflicht, der grossen Verdienste der Bauunternehmer Klein, Schmoll und Gaertner in Wien um die pneumatische Gründungsart (seit 1869?) zu gedenken und durch das zu erläutern, was Rziha hierüber berichtet[3]).

1) Eisenbahn-Unter- und Oberbau. Zweiter Band (Separat-Ausgabe des Berichtes über die Wiener Weltausstellung von 1873), S. 44—123, unter der Ueberschrift „Geschichte der pneumatischen Fundirungen".

2) Zeitschrift des österr. Ing.- und Architekten-Vereins, XXXI. Jahrgang (1879), S. 41.

3) A. a. O. S. 88 etc. Ein früherer Aufsatz aus dem Jahre 1871 über das-

Dies System verwirft sowohl die Baggerung in Wasserschächten, als auch den einfachen Hand- und Windeaufzug[1]), verfolgt auch das Princip der Anwendung gesonderter Deprimirungsräume für das Material, also die Möglichkeit einer gewechselten Ausschleusung desselben; ferner beobachtet dasselbe die Anordnung der Schleuse am oberen Ende des Luftschachtes und der materiellen Trennung des Förderraumes vom Einsteigschachte, wobei die Ingenieure das Hauptgewicht auf die continuirliche Förderung legen[2]).

Fig. 497.

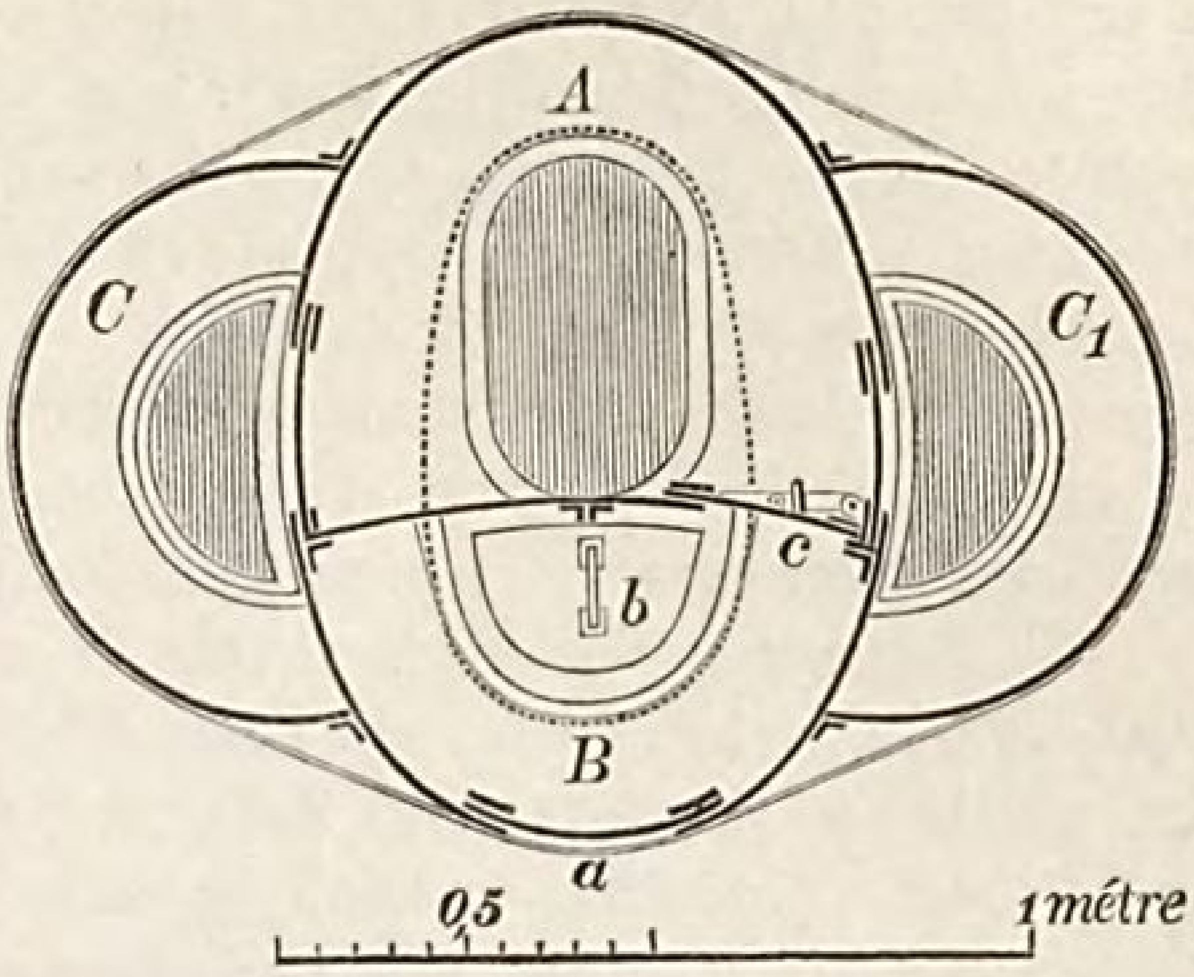
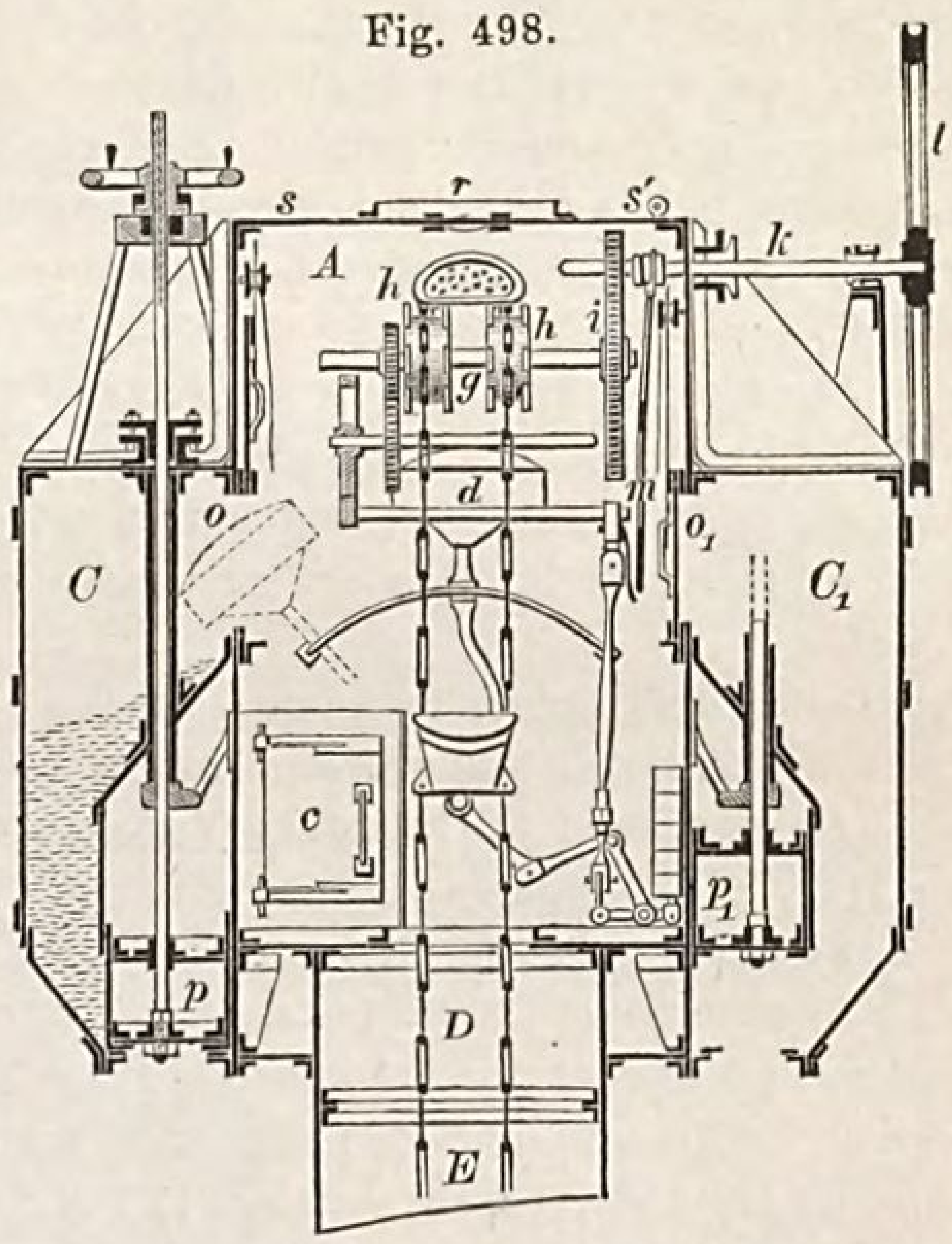


Fig. 498.



Unter Beibehaltung eiserner (viereckiger) Senkkasten[3]) zeigen die Abbildungen Fig. 497 und 498 Vertikal- und Horizontal-Schnitt durch die Luftschleuse, Förder- und Einsteigraum der Ingenieure Schmoll und Gaertner.

Der Förderraum A ist von dem Einsteigraume B durch eine Blechwand getrennt, wobei B durch eine Thür a mit der freien Luft, durch die Thür b mit der Schachttiefe und durch die Thür c mit dem Förderschachte communicirt. Die Räume C und C_1, welche durch verschiedene Verschlüsse mit dem Förderraume A in Verbindung stehen, dienen zur De-

selbe Constructionssystem (mit schönen Abbildungen begleitet) findet sich Bd. XV, S. 632 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.

1) Rziha's Abhandlung wurde von hier ab fast wörtlich benutzt.

2) Die geschichtliche Bemerkung mag hier noch Platz finden, dass speciell der Ingenieur Gaertner die Priorität der Einführung der vollkommen gemauerten Arbeitskammern und Fundamentkörper für sich in Anspruch nimmt (Entwickelung der pneumatischen Fundirungsmethode, S. 18).

Ein schönes Beispiel hierzu liefert die pneumatische Fundirung der Strompfeiler der Brücke über die Elbe zwischen Hohnsdorf und Lauenburg, worüber ausführlich gehandelt wird im XXX. Bande (1884), S. 393—426 der Zeitschrift des hannov. Arch.- u. Ing.-Vereins. Ebendaselbst S. 243 findet sich auch ein von Brennecke verfasster Aufsatz „Ueber Senkkasten aus Mauerwerk".

3) Die Abbildung Fig. 498 ist bei Rziha (a. a. O. S. 90, Fig. 121) bis

ponirung des aufgeholten Materiales. Die Hebung des letzteren erfolgt durch ein vertikales Eimer-Baggerwerk, während Castor bei der Kehler Fundirung unter jeden sich entleerenden Eimer eine sogenannte Rutsche[1]) unterschieben musste, besorgen Schmoll und Gaertner diesen Vorgang bei der Materialentfernung vollständig automatisch durch eine eigenthümlich angeordnete Schaufel d (Fig. 498)[2]). Ist ein Raum C gefüllt, so wird die Schaufelbewegung umgesteuert, damit diese nunmehr lediglich in den Gegenraum C_1 schüttet. Die erwähnte Umsteuerung erfolgt zufolge Umstellung eines Hebels durch einen im Baggerraume A hierzu aufgestellten Arbeiters.

Die Bewegung der Baggerkette D erfolgt durch eine Transmission $k_1 l$, wobei l die Betriebsrolle für ein Drahtseil, auf deren Welle ein Zahnradgetriebe sitzt, welches in das (grössere) Zahnrad i fasst etc. etc. Ist der eine Materialraum C oder C_1 gefüllt, so kann er dadurch entleert werden, dass man einen Schieber p mittelst einer Schraubenstange emporhebt, welche sich aussen an der Schleuse befindet. In Fig. 498 ist die Materialkammer C durch den Verschluss p versperrt dargestellt, während in der Materialkammer C_1 der Verschluss p_1 aufgezogen erscheint. Hat man den Kasten (Caisson) in die nöthige Tiefe versenkt, so wird der ganze Baggermechanismus durch eine Oeffnung in der Decke des Förderraumes herausgezogen, welche während der Arbeit durch eine Klappe r geschlossen ist[3]).

Statt eiserner und gemauerter Senkkasten hat man bei den pneumatischen Fundirungen der neueren grossen nordamerikanischen Brücken diese Senkkasten (von meist colossalen Dimensionen) aus Holz construirt und zwar wohl deshalb, um ihr Gewicht zu vermindern[4]).

zum Boden des Grundes fortgesetzt, so dass auch der eiserne viereckige, kastenförmige Senkkasten (ohne besondere Eigenthümlichkeiten) sichtbar ist.

1) Abgebildet in Castor's Werke auf Planche XVIII, Fig. 1 und im Texte, pag. 114, „tabliers inclinés" genannt.

2) Bei Rziha, a. a. O., S. 91 in Fig. 122 abgebildet.

3) In unserer Quelle (a. a. O., S. 92) wird noch hervorgehoben, dass die genannten Unternehmer bei der von 1872 bis 1876 erbauten Kronprinz-Rudolphbrücke (Reichsstrassenbrücke) über die Donau bei Wien die Uferpfeiler auf eiserne Caissons gegründet haben, welche 27,17 m Länge und 8,85 m Breite haben, daher die grössten Caissons waren, die bei Brückenbauten in Europa zur Anwendung gekommen sind.

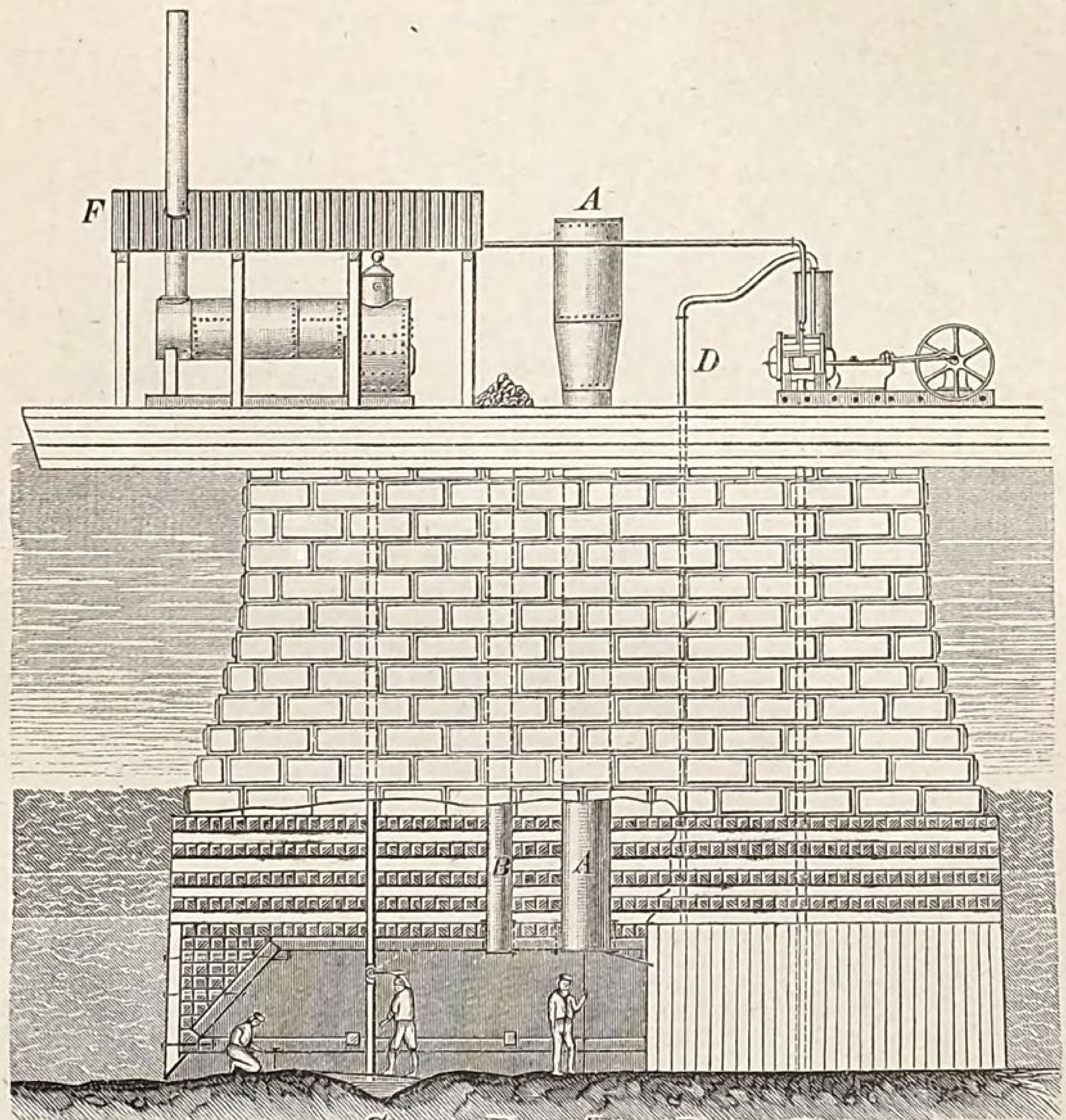
4) Bei der East-River(Drahtseil)-Brücke, welche die beiden volkreichsten Städte des Staates New-York (Brooklyn-New-York) mit einander verbindet und wobei die Spannweite zwischen den beiden Landpfeilern rund 487 m beträgt, haben die hölzernen, etwas pyramidal gebauten Caissons die colossale Länge von 52,46 m unten, 51,13 m oben, bei 31,11 m Breite. Diese grossen auf einem Helling gezimmerten und kalfaterten, mit einem provisorischen Boden versehenen Körper wurden als ein Ganzes nach den Pfeilerstellen bugsirt und hier mit dem Mauerwerke belastet.

Der Arbeiterraum war 2,75 m hoch und der Längenrichtung nach durch 5 Zwischenwände abgetheilt. Die Materialförderung erfolgte mittelst Saug-Baggern und Sandpumpen (S. 271 und S. 528).

Ausführlich mit Abbildungen in Holzschnitt begleitet handelt über den (von

Für unsere (maschinellen) Zwecke muss es genügen, hier folgende zwei Abbildungen, Fig. 499 und 500, aufzunehmen und zu besprechen, welche für ein erstes Studium des amerikanischen Verfahrens beim pneumatischen Fundiren von Brückenpfeilern hinreichen und als betreffendes charakteristisches Muster betrachtet werden können.

Fig. 499.



Die Darstellung entspricht dem Typus der Fundamentirungsmethode für Steinpfeiler der „Amerikanischen Bridge-Comp." [1]) und zwar sind es

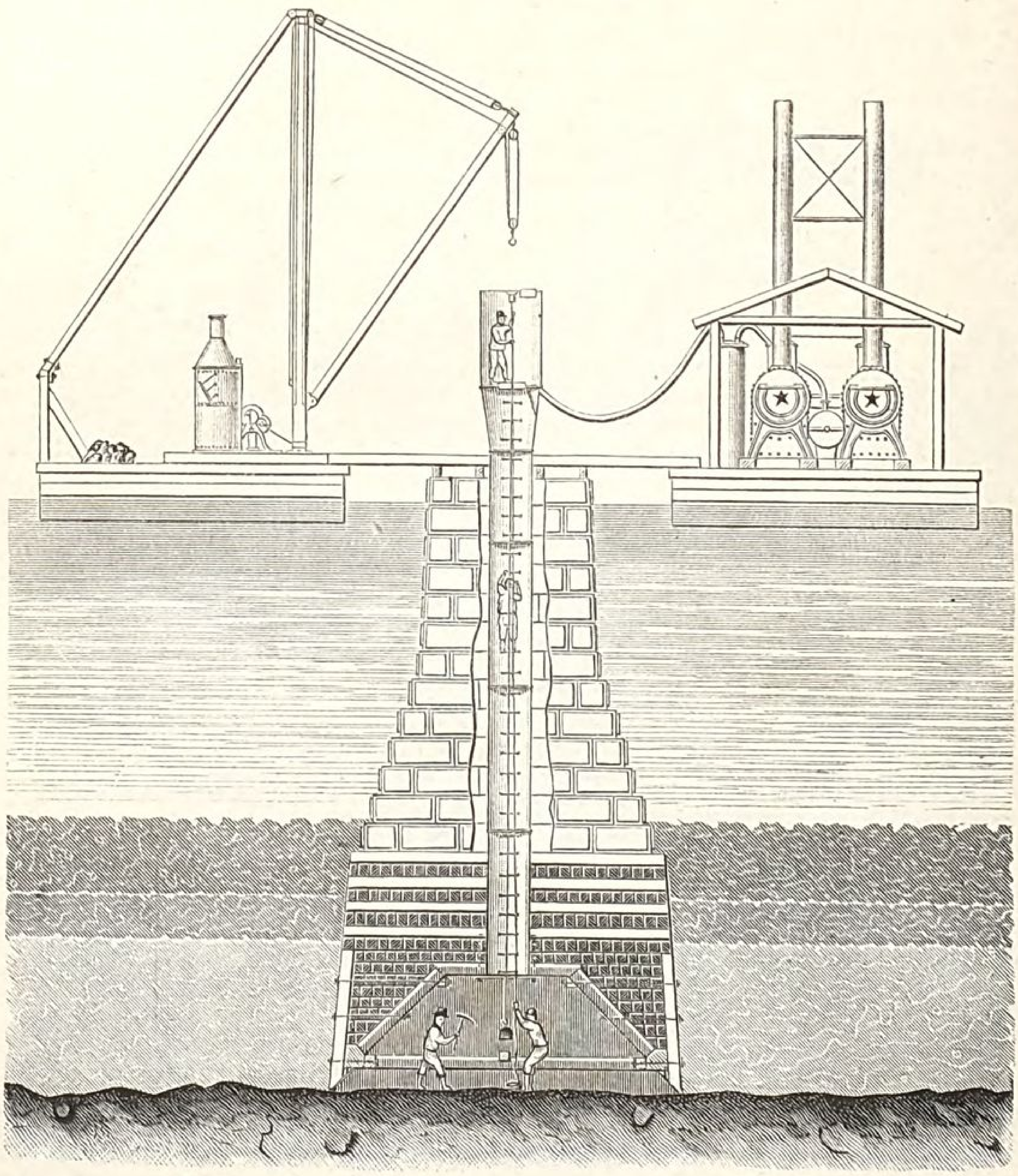
Röbling ausgeführten) Bau der East-River-Brücke eine lesenswerthe Abhandlung des Ingenieurs Popp im XXIX. Jahrgange (1877) der Zeitschrift des österr. Ing.- und Architekten-Vereins, von S. 12 bis mit S. 18.

1) Bericht über Brückenbau-Darstellungen in der Philadelphia-Ansstellung von 1876 von einem der österreichischen Commissare, Herrn Ingenieur F. Steiner (Wien 1878). Der betreffende Abschnitt enthält „Die Pfeiler und ihre Fundirung" und reicht von S. 207 bis mit S. 226.

speciell zwei Ansichten eines Mittelpfeilers der Atchison-Brücke über den Missouri während der Bauausführung.

Das Bett des Missouri, aus feinem oder gröberem Sande bestehend, der auf felsigem Grunde oft von 18 m bis 24 m aufliegt, sowie der reissende Lauf des Stromes (3,0 m bis 3,6 m Geschwindigkeit pro Secunde) zwangen zu einer pneumatischen Versenkung der Pfeiler auf sicherem Felsengrund bis auf 24,40 m Tiefe.

Fig. 500.



Der hölzerne Caisson war 14,0 m lang und 6,10 m hoch. Die Arbeitskammer von 2,74 m Höhe war durch Holzwände in vier Abtheilungen getheilt, wobei man Fugen und Ecken sorgfältig kalfatert und luftdicht gemacht hatte.

Die Verbindung der Arbeitskammer mit der Aussenwelt war durch einen Einsteigschacht *A* (ein schmiedeeisernes Rohr von 0,90 m Durchmesser) hergestellt, den man nach Maassgabe des Arbeitsfortschrittes verlängerte und der

an seinem oberen Ende eine Luftschleuse von 1,52 m Durchmesser und 2,13 m Höhe trug. Ein zweites Rohr *B* von geringerem Durchmesser diente zur Förderung des gelösten Bodenmaterials, der Felsstücke etc. Die feineren Stoffe (Sand, Schlamm etc.) wurden mit einer geeigneten Sandpumpe *C*, Fig. 499 und 501, entfernt.

Die Zuleitung der comprimirten Luft geschah durch ein Rohr *D*, wozu man die erforderlichen (Bewegungs- und Arbeits-) Maschinerien seitlich auf einem grossen Flosse placirt hatte. Ausserdem war noch ein grosses Boot neben dem Pfeiler aufgestellt, auf dem sich ein Krahn und ein Luftreservoir befand.

Bei den amerikanischen pneumatischen Pfeilerfundirungen scheint man auch zuerst die Abänderung getroffen zu haben, die Luftschleusen am unteren Ende des Einsteigungsschachtes (über oder unter der Decke des Senkkastens) anzubringen und zwar soll die erste derartige Anwendung Ead's beim Bau der St. Louis Mississippi-Brücke und fast gleichzeitig mit ihm durch Röbling bei der East-River-Brücke zur Ausführung gelangt sein.

Ueber die Vortheile der tiefen Lage der Luftschleusen urtheilt namentlich der Regierungsbaumeister Brennecke in seinem neuesten bereits vorher notirten Buche „Der Grundbau", worauf hier verwiesen werden muss[1]).

Wir schliessen hiermit die Erörterungen über das zweite System[2]) der pneumatischen Gründungsmethoden und wenden

1) „Der Grundbau", S. 23 etc. Gaertner (a. a. O., S. 20) hebt dafür die Nachtheile dieser Methode hervor!

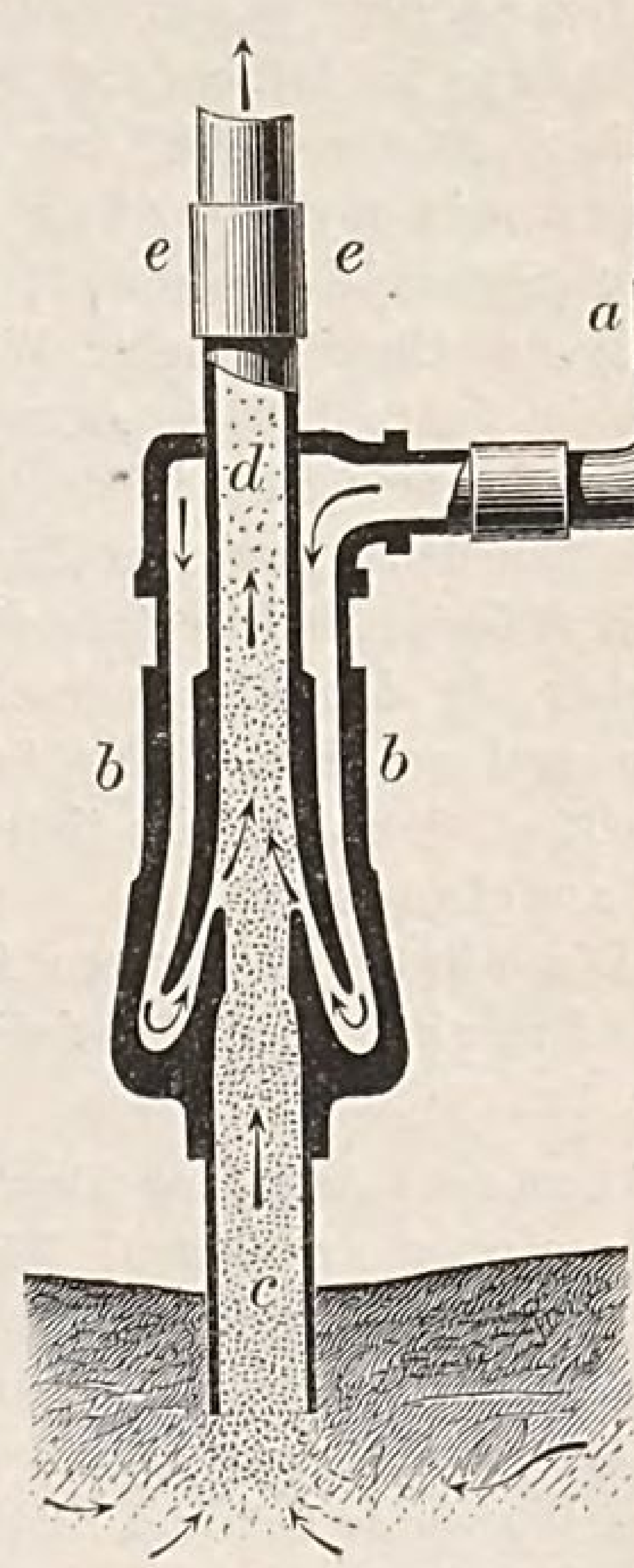
2) Schöne Abbildungen, welche sich auf die pneumatischen Fundirungen der genannten grossen amerikanischen Brücken in St. Louis und New-York beziehen, finden sich (namentlich) in Morandièr's Werke „Traité de la construction des ponts", 1. Fascicule (Fondations) und zwar die erstere (Eads) Brücke Pl. 25 (Text, S. 117) und die zweite (Röbling) Brücke Pl. 26 (Text, Seite 124).

Diese Abbildungen sind dem Reiseberichte des französischen Ingenieurs Malézieux entnommen, welcher 1873 unter dem Titel erschien: „Rapport sur les travaux publics des Etats-Unis". Einen Auszug davon enthalten (mit Abbildungen begleitet) die Annales des Ponts et Chaussées, Nr. 12 vom Jahre 1874, S. 329—399.

Bei Morandière finden sich auf Pl. 25 zwei sehr gute Zeichnungen der von Eads benutzten Sandpumpe, wovon wir hier die Gesammtansicht in Fig. 501 nachtragen, gleichsam als Ergänzung zum Nagel'schen Saugapparate (Fig. 344) und zu Körting's Strahlapparaten (Fig. 483), auf deren Principien Eads' Sandpumpe beruht.

Das unter gehörigem Drucke von *a* aus

Fig. 501.



uns zum dritten System, womit die alte, ehrwürdige Taucherglocke gleichsam wieder zur Geltung gelangt ist.

Soweit sorgfältige Forschungen des Verfassers vermochten über dies dritte System und seine neuesten Anwendungen Auskunft zu erhalten, scheint die erste Anwendung hier vom (dänischen) Chef-Ingenieur W. Lüders in Kopenhagen beim Fundiren der Brücke über den Knippelbroo im Christianshafen zu Kopenhagen gemacht worden zu sein.

Eine bestimmte Nachricht in weiteren Kreisen wurde hierüber zuerst durch Rziha's Bericht über das Bau-Ingenieurwesen der Wiener Welt-Ausstellung von 1873 und zwar Gruppe XVIII, Section 2, Abschnitt „Fundirungen" verbreitet, der sich über das Principielle der Sache (a. a. O., S. 121) folgendermaassen äussert:

„Der Taucherglockenapparat wurde von Lüders dazu benutzt, um mittelst desselben durch das Wasser auf die gewünschte Tiefe einzudringen, in letzteren angelangt, unter dem Schutze der Glocke und der comprimirten Luft den Pfeiler successive aufzumauern, in dem Maasse der Herstellung des Mauerwerkes den Glockenapparat zu heben und daher mit der Fertigstellung des Pfeilers auch die ganze Umhüllungsglocke wieder zu gewinnen."

Rziha bemerkt hierzu noch ganz richtig als selbstverständlich, dass dies Fundirungsprincip nur bei einer geringen Einsenkung in das Terrain gebraucht werden kann, weil entgegengesetzten Falles die Reibung zwischen der Glocke und dem Terrain viel zu gross sein würde, um dasselbe noch in praktischer Weise verwenden zu können.

Rziha fügt seinen Erörterungen auch noch mehrere Abbildungen des von Lüders in Anwendung gebrachten Taucherapparates bei, worauf wir hier verweisen müssen. Auf dem Continente von Europa scheint dies System Lüders mit mehrfachen Verbesserungen zuerst von den Bauunternehmern Schmid-Kerez, Holzmann & Benckiser, unter der technischen Leitung des Oberingenieurs W. Lauter, beim Bau der neuen Quai-Brücke in Zürich im Jahre 1883 in Anwendung gebracht worden zu sein.

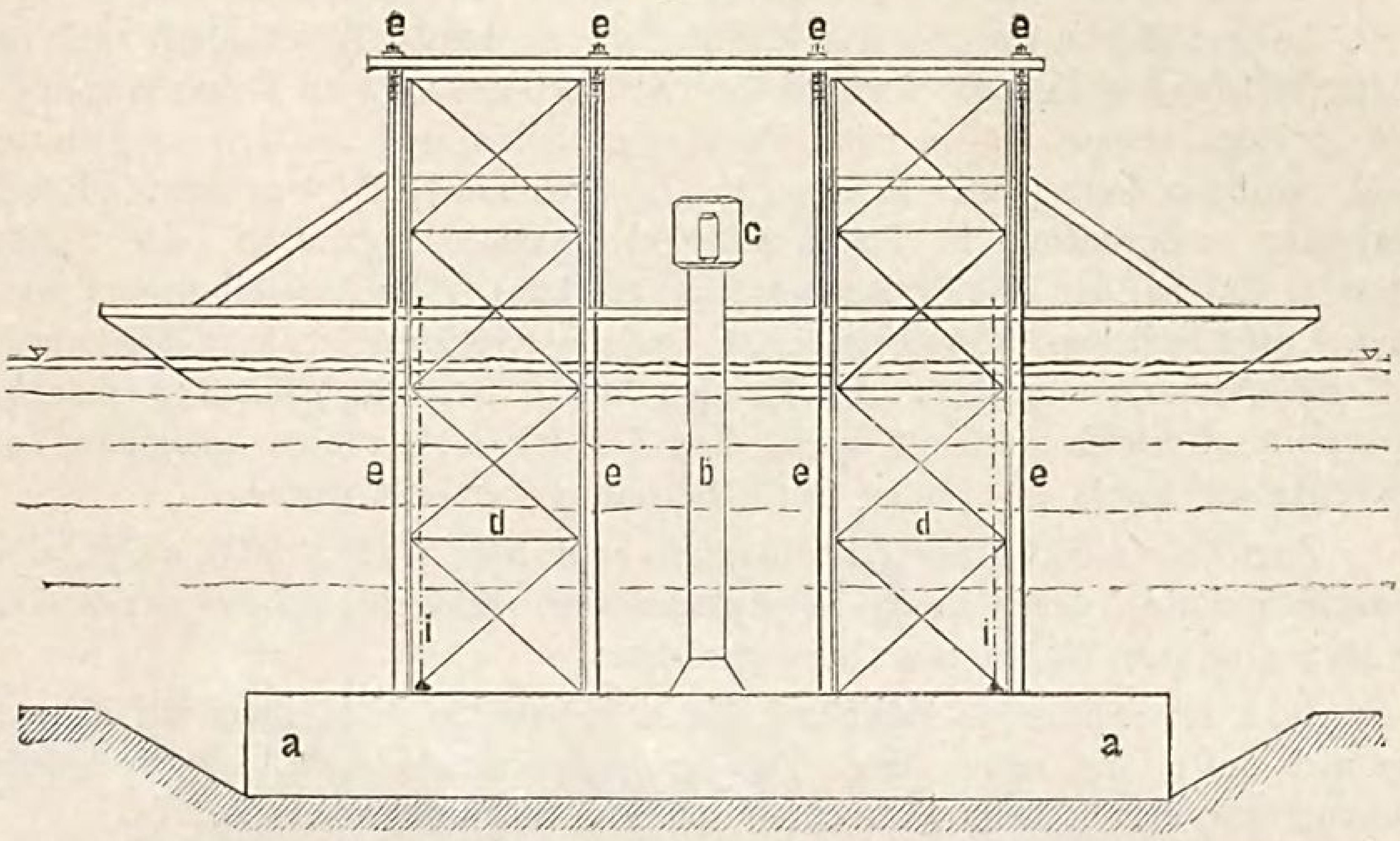
Im Sommer 1886 besuchte der Verfasser der Allgemeinen Maschinenlehre Zürich und dabei auch das Bureau des Quai-Brückenbaues, wobei er durch die besondere Güte des Directors des Quai-Brückenbaues, Herr Dr. med. A. Bürkli-Ziegler, in den Stand gesetzt wurde, das ganze Bauverfahren kennen zu lernen und wobei auch der Ausspruch wiederholt erfolgte, dass man mit den vollendeten, jetzt frei im tiefen Wasser des Züricher Sees stehenden Pfeilern sehr zufrieden sei.

Dispositionszeichnungen für die pneumatische Gründung der Züricher Quai-Brücke, der Ausgleichkästen (Schleusen) mit Luftmaschinen, Ein-

herabkommende Aufschlag-(Betriebs-)Wasser gelangt in den (ähnlich wie bei den Strahlapparaten gestalteten) Körper *b*, steigt in diesem aufwärts, erzeugt dabei einen luftverdünnten Raum, der mit Hülfe des Atmosphärendrucks ein Ansaugen in der Röhre *c* bewirkt und wodurch auch der feine (halbflüssige) Sand (der als Bodenmaterial vorausgesetzt wird) mit zum Aufsteigen in der Röhre *d* gelangt. In Fig. 499 wurde Ort und Steigrohr einer derartigen Sandpumpe mit dem Buchstaben *C* bezeichnet.

rüstung der Ausleerröhren und Verschlüsse, sowie alle wünschenswerthen Auskünfte wurden mir auf meine Bitte bereitwilligst mitgetheilt, wofür ich diesen Herrn hiermit meinen Dank öffentlich auszusprechen für eine besondere Pflicht

Fig. 502.



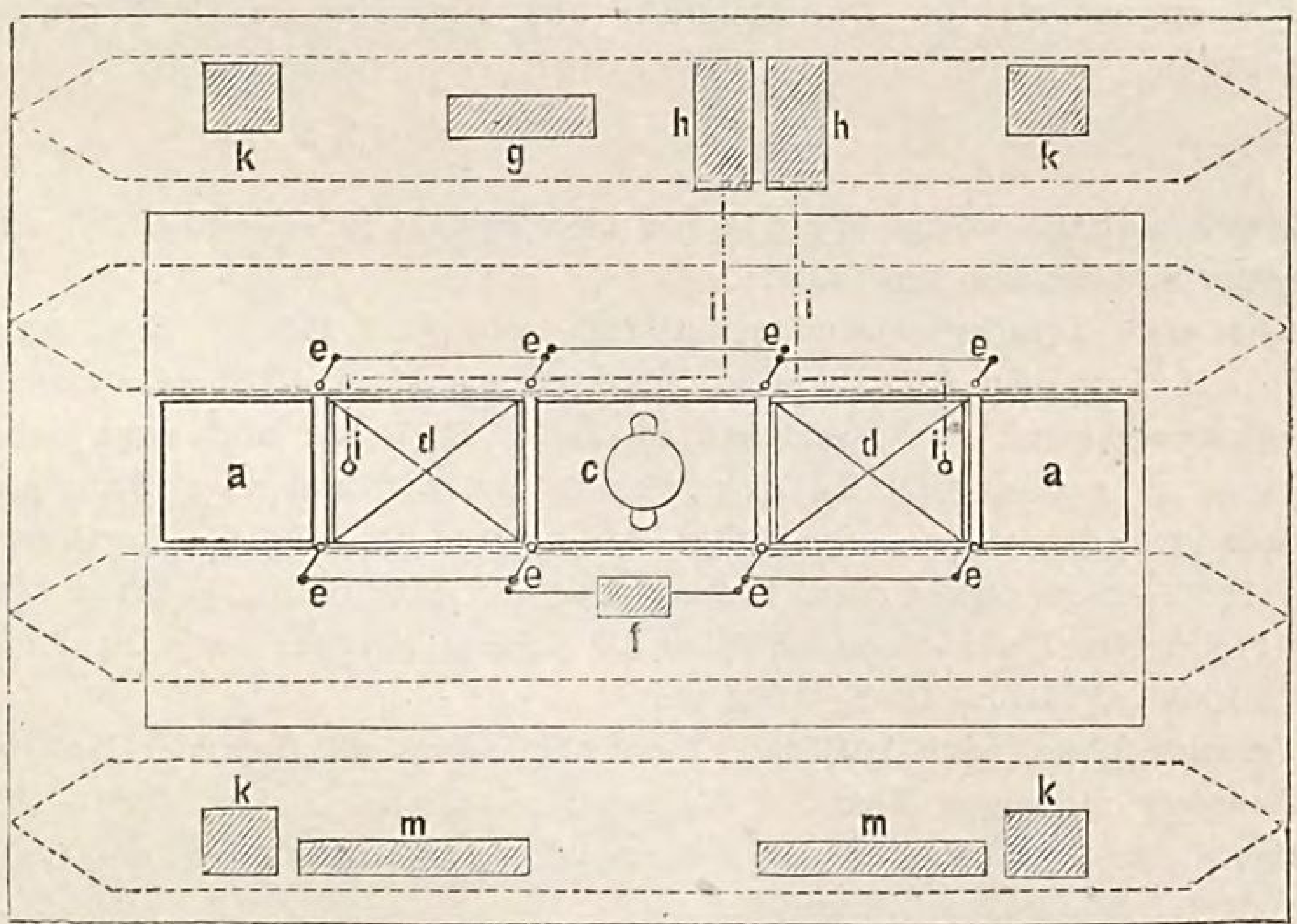


Fig. 503.

erachte[1]). Den genannten Dispositionszeichnungen entlehnte der Verfasser die Figuren 502 und 503, wozu folgende Erläuterungen für unseren Zweck hinreichen werden.

1) Herrn Oberingenieur Lauter verdankt überdies der Verfasser noch

Der Grundrissform des Pfeilers entsprechend ist *aa* die aus Holz construirte Taucherglocke von 13 m Länge, 4,25 m Breite und 2,95 m Höhe. Die Decke dieser Glocke, oder des Senkkastens, wurde zur Aufhebung des hydrostatischen Auftriebes mit eisernen Schienen von 220 Tons Gewicht belastet.

In das Innere der Taucherglocke gelangte man durch die Luftschleuse (den Ausgleichkasten) *c* und das Einsteigrohr *b*, welche gleichzeitig auch zur Materialförderung dienen. Aufgehangen ist die Glocke *aa* an 8 Zugstangen *ee*, die an ihren oberen Enden mit Schraubengewinden und Muttern ausgestattet sind, die beim Senken und Erheben der Glocken mit Hülfe sogenannter Hebel-Ratschen entsprechend in Thätigkeit gesetzt wurden (ganz so, wie bereits oben S. 623 bei der Kehler Rheinbrücke geschah). Der Aufstellungsort einer hierzu erforderlichen Betriebsmaschine, welche mit Pressluft betrieben wurde, ist im Grundrisse unserer Abbildungen durch den Buchstaben *f* markirt. Erwähnt zu werden verdient noch, dass der Glocke *aa* eine geeignete Vertikalführung durch die beiden Gerüstthürme *dd* ertheilt wurde.

Zum Comprimiren der Luft dienten zwei bei *hh* (Fig. 503) aufgestellte Dampfmaschinen, deren Kessel in *g* placirt war. Endlich sind *kk* vier Ankerwinden und *mm* Wagen mit Gegengewichten.

Dass man diese sämmtlichen zuletzt genannten Maschinen auf Pontons montirt hatte, die neben dem Taucherglockengerüste auf dem Oberwasser schwammen, erhellt beim Betrachten von Fig. 502 wohl von selbst.

Die hierbei verwendete Luftschleuse (der Ausgleichkasten) ist Fig. 504 im senkrechten Durchschnitte und Fig. 505 im Horizontalschnitte gezeichnet[1]).

mancherlei Notizen, wovon folgende von allgemeinem (geschichtlichem) Interesse sein dürfte und welche also lautet:

Die erste Pressluft-Gründung führten wir (die Herren Bauunternehmer Philipp Holzmann & Comp. zu Frankfurt am Main, Obermainstrasse 51/52) mit Gebrüder Benckiser zusammen im Jahre 1877 aus und zwar war es die Fundirung „der oberen Rheinbrücke in Basel" (mit zwei Strompfeilern). Die Gründung der vier Strompfeiler der unteren Rheinbrücke in Basel folgte ebenso 1880—1881; ferner zwei Strompfeiler der Aarebrücke bei Olten 1881, der zwei Pfeiler der Reussbrücke bei Oberruti, gleichfalls 1881, der vier Pfeiler der Rheinbrücke bei Mainz, 1882—1883 etc.

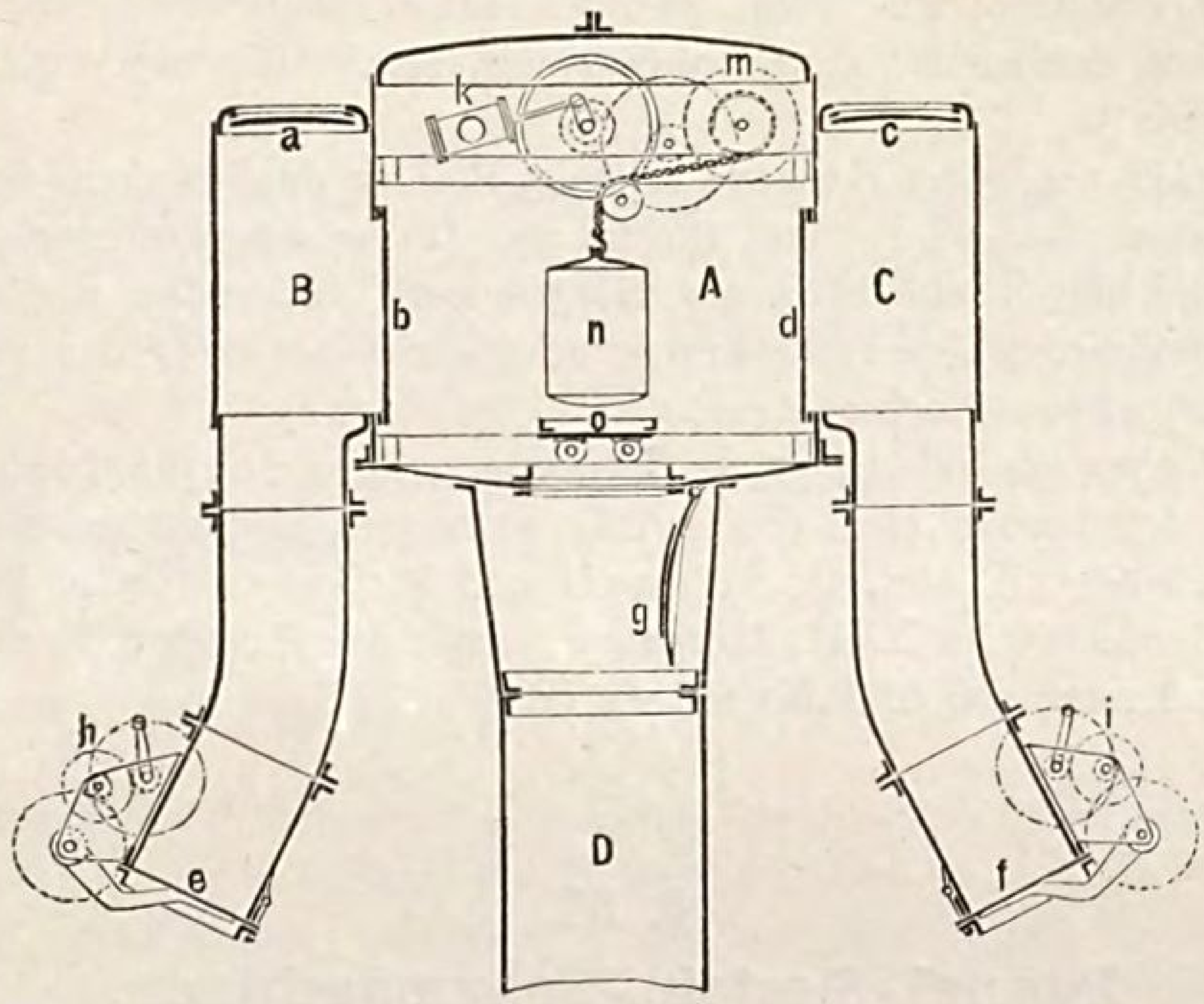
Hierauf folgte, nach Auflösung der Gemeinschaft mit Gebrüder Benckiser, unter unserer alleinigen Firma Philipp Holzmann & Co. 1884—1885 die Fundirung der zwei Pfeiler der Weserbrücke bei Holzminden und der drei Pfeiler der Drehbrücke zu Mannheim.

1) Auch Brennecke in seinem wiederholt citirten werthvollen Buche „Der Grundbau" ertheilt (S. 233) der Firma Philipp Holzmann & Co. (also dem Oberingenieur Lauter) dasselbe günstige anerkennende Urtheil, nämlich der „entschiedenen Zweckmässigkeit". Merkwürdiger Weise scheint Brennecke (nach Seite 27 seines Buches) die Vortheile des Verfahrens, die Senkkästen nur als Taucherglocke bei tiefen Wässern zu benutzen, nicht zu kennen (?).

Der Kreiscylinderraum *A* (von 2100 mm Radius und 1880 mm Höhe) steht durch Thüren (oder Klappen) *b* und *d* mit den Kammern *B* und *C* in geeigneter Verbindung, während letztere durch die Einsteigthüren *a* und *c* mit der freien Luft in Communication gesetzt werden können.

Der senkrechte Schacht *D* von 950 mm Durchmesser dient sowohl zur Materialförderung, als auch zum Ein- und Aussteigen der Arbeiter. Eine gewöhnlich geöffnete Klappe *g* ist dazu bestimmt, den Abschluss zwischen *A*

Fig. 504.



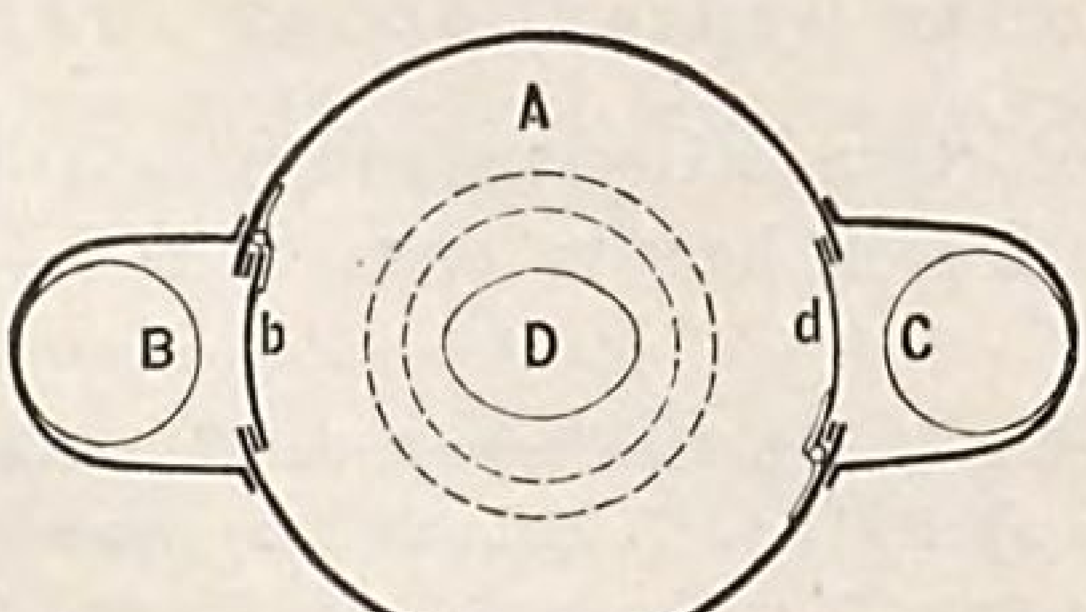


Fig. 505.

und *D* herzustellen, wenn bei etwaiger Einschleusung grösserer Stücke der ganze Schleusenraum mit der äusseren Luft in Verbindung gesetzt werden soll. Zur Förderung des Materials diente eine durch comprimirte Luft betriebene Maschine mit oscillirendem Kolben *k*, welche ein Windewerk in Thätigkeit setzte und wodurch an Ketten hängende Kübel *n* gehoben und gesenkt wurden.

Ein kleinerer Wagen *o* hatte die Bestimmung, die Kübel *n* beziehungsweise nach den Kammern *B* und *C* zu transportiren.

Die Anordnung der letzteren und die an ihren unteren Enden angebrachten Bodenklappen *e* und *f*, die durch Zahnradvorgelege *h* und *i* geöffnet

und geschlossen werden konnten, gestatteten eine ununterbrochene Materialbeförderung. So vermochte man z. B. die mit gefördertem Materiale angefüllte Kammer *B* bei geschlossener Thür *b* durch die geöffnete Klappe *e* zu entleeren, während man gleichzeitig die Kammer *C* bei geschlossener Klappe *f* durch die geöffnete Thür *d* mit gefördertem Materiale zu füllen vermochte.

Schliesslich mag noch die Bemerkung des Quai-Baudirectors Herrn Dr. Bürkli-Ziegler Platz finden, welche derselbe dem Verfasser machte, dahin gehend, dass das Verfahren, den Senkkasten direct als Taucherglocke zu benutzen, sich nicht zum Versenken eines Bauwerkes in, wenn auch weichem, Schlamm eignet, sondern nur zur Ausführung von Arbeiten in freiem Wasser[1]).

In Zürich wurde der Schlamm mittelst Pfählen durchsunken, deren Köpfe unter Wasser aber über dem Boden mit Hülfe der Taucherglocke abgeschnitten und durch ein hölzernes Rahmenwerk verbunden wurden. Dann folgte die Betonirung der Pfeilerkörper schichtenweise unter der successiv in die Höhe steigenden Glocke.

Ueber eine der allerjüngsten Neuerungen an pneumatischen Fundirungen der bereits oben (Seite 636) genannten Bauunternehmer und Ingenieure Gebrüder Klein, A. Schmoll und E. Gaertner in Wien, wird ausführlich berichtet im XVII. Jahrgange (1885) der Prager Technischen Blätter und zwar von S. 1 bis mit S. 17.

§. 31.

Tunnel-Gestein-Bohrmaschinen,

betrieben durch gepresste Luft oder durch gepresstes Wasser, unter Verwendung beziehungsweise pneumatischer oder hydraulischer Transmission[2]).

Der hier zu erörternde Gegenstand[3]) hat durch die jüngsten, für gegenwärtigen Zweck bereits oben S. 600—607 mitgetheilten

1) Bei der Züricher Quai-Brücke betrug die Wassertiefe 12—14 m.

2) Literatur: a) Rziha, „Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst". Berlin 1864, und „Die neue Tunnelbaumethode in Eisen". 2 Bände. Berlin 1864 bis 1872.

b) Rapports du Conseil féderal Suisse etc. de la Ligne du St. Gothard sur la marche de cette entreprise. Vol. I—X. Bern 1874—1882.

c) Riedler, „Brandt's hydraulische Gesteins-Bohrmaschine". Wien 1877.

d) Schulz' „Gesteinsbohrmaschinen" im VIII. Capitel S. 141—340 des von Franzius & Lincke herausgegebenen Werkes „Die Baumaschinen". Leipzig 1885. (Auch Bd. IV des Handbuchs der Ing.-Wissenschaften, zweite Abtheilung.) Die ausserordentlich reichhaltige Literatur dieser Arbeit umfasst fast 8 Octavseiten Petitsatz (von S. 300—310).

3) Den Umfang des Buches so weit als möglich zu beschränken, lässt der Verfasser für gegenwärtigen Paragraphen ausführliche geschichtliche An-

Erfahrungen beim Bau der drei grossartigen Eisenbahntunnel auf dem europäischen Festlande, am Mont Cenis, Gotthard- und Arlberg, so viel Beachtung gefunden, dass sich der Verfasser auf die Besprechung einiger specieller, charakteristischer Exemplare und Fälle beschränken, hinsichtlich eines weiteren Studiums und speciellen Eingehens auf den ganzen Gegenstand aber auf die vorher (Note 2 voriger Seite) verzeichneten Werke und namentlich auf die vortreffliche, reichhaltige Arbeit des Herrn Professors Schulz an der Technischen Hochschule zu Aachen verweisen muss.

Vom bezeichneten Gesichtspunkte ausgehend, wird es ausreichen, wenn der Verfasser gleich hier hinsichtlich der Wirkungsweise der Bohrer, welche die zum Sprengen (mit Dynamit) erforderlichen Patronenlöcher herstellen, das Stoss- oder Percussions-Bohrsystem und das Druck- (Dreh-) Bohrsystem unterscheidet [1]).

gaben weg und beschränkt sich auf folgende kurze Notizen und literarische Angaben.

Die ersten Ausführungen, Steinbohrmaschinen durch gepresste Luft zu bewegen, rühren von dem Engländer Bruxton (1844), von Colladon in Genf (1855), von Schumann zu Freiberg in Sachsen (1856) und von Schwartzkopf in Berlin (1857) her. Die ersten Anwendungen zu Tunnelbohrzwecken wurden 1857 mit Maschinen des italienischen Ingenieurs Sommellier gemacht, welchen (1868) die Maschinen von Dubois-François (in Belgien), dann (1872) die Maschinen des Engländers Mac-Kean und 1873 die der Schweizer Turettini und Ferroux folgten. Specielle Angaben über die Geschichte der Entwickelung dieser Maschinen finden sich in folgenden Quellen:

1. Rziha, „Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst“. I. Band, Berlin 1867, S. 131—171.

2. Riedler, „Gesteins-Bohrmaschinen“, im österr. officiellen Berichte über die Weltausstellung (von 1876) in Philadelphia. Und zwar Percussions-Bohrmaschinen amerik. Constr. von S. 11 an und europ. Constr. von Seite 61 ab.

3. Köhler (in Clausthal), „Lehrbuch der Bergbaukunde“. Leipzig 1884. S. 145, §. 59; „Geschichtliches über mechanische Bohrmaschinen“. (Literatur in Noten beigegeben.)

4. Richard (in Karlsruhe), „Geschichtliche Entwickelung der Gesteins-Bohrmaschine“, im VIII. Capitel (von Schulz in Aachen) des Handbuches der Ingenieurwissenschaften. Bd. IV (Die Baumaschinen, 2. Abth.). Leipzig 1885.

1) Beim Arlbergtunnel wurde für die Westseite (nach dem Bodensee hin) das Dreh-Bohrsystem, für die Ostseite (nach Insbruck hin) das Percussionssystem in Anwendung gebracht. Man sehe deshalb Plate's Vorträge etc. Wien 1884, Seite 8 etc. etc.

A. Maschinen des Percussions-Systems.

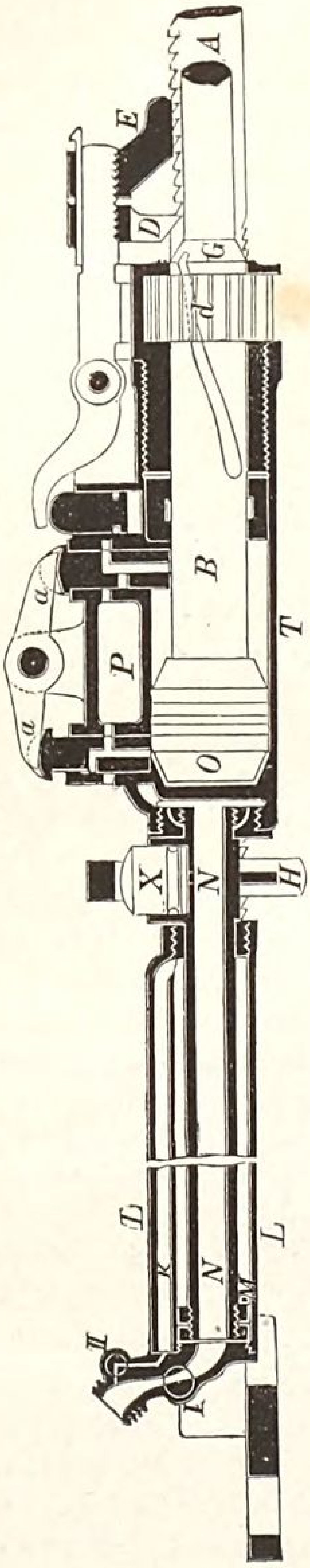


Fig. 506.

Als einen vorzüglichen Repräsentanten des ersten Systemes wählt der Verfasser diejenige (neuere) Maschine von Ferroux, welche als Modell Nr. III bekannt geworden ist und zuletzt, nach Wissen des Verfassers, am Arlbergtunnel mit Erfolg arbeitete[1]).

Nebenstehende Abbildungen Fig. 506 und 507 lassen die Haupttheile dieser Maschine beziehungsweise im Längen- und Querdurchschnitte erkennen.

Die beiden Haupttheile der Maschine sind der Arbeitskolben *O* und dessen Kolbenstange *B*, an deren freiem Ende der in unserer Skizze weggelassene Bohrer befestigt ist.

Die comprimirte Luft tritt, von einer Luftpresse (S. 606) geliefert, einen Absperrhahn *I* passirend, in die hohle Kolbenstange *N* ein, weiter in den Raum *P* und von hier in den Hohlcylinder *T*, wo sie bald gegen die Vorderfläche, bald gegen die Hinterfläche des bereits erwähnten Arbeitskolbens *O* in geeigneter Weise wirksam wird, d. h. diesen Kolben bald nach der einen, bald nach der anderen Seite hin verschiebt.

Um letzteren Wechsel automatisch auszuführen, sind kleine Steuerkolben *aa* vorhanden, welche durch schiefe Flächen an den Enden des Kolbens *O* eine geeignete, beziehungsweise auf- und abwärts gerichtete Bewegung erhalten.

Mit vorstehenden Erörterungen ist eine der drei Actionen der Ferroux'schen Bohrmaschine, nämlich die Hin- und Herbewegung (Verschiebung) des Arbeitskolbens, erklärt.

Eine zweite Action besteht in der Drehung des Bohrers nach jedem Schube desselben.

Hierzu ist zunächst die Kolbenstange *B* mit einer in Fig. 506 deutlich erkennbaren, etwas schraubenförmigen Nuth versehen, in welche ein im Profildurchschnitte Fig. 507 sichtbarer Ansatz *c* (eine Nase) eingreift und wodurch die Drehung eines Sperr-

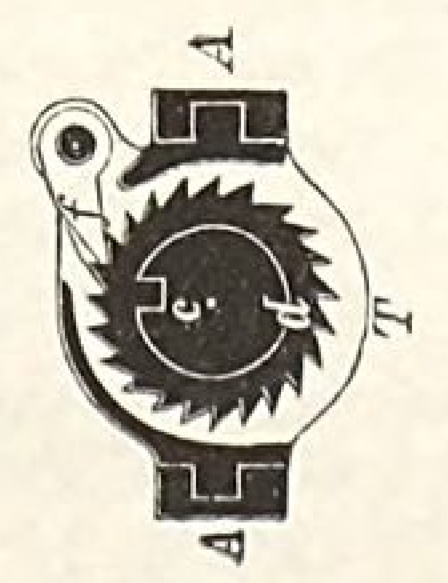


Fig. 507.

1) Am speciellsten (durch schöne Abbildungen unterstützt) wird über diese Maschine Ferroux' berichtet im IV. Vol. der bereits vorher citirten officiellen Rapports „Fortschritte der Bauarbeiten der Gotthard-Eisenbahnlinie" und zwar Rapport trimestriel Nr. 15, Planche V: „Nouveau perforateur Ferroux simplifié".

rades *d* beim Vorwärtsgange der Kolbenstange *B* erzeugt wird. Beim Rückwärtsgange von *B* wird das Sperrrad durch eine Sperrklinke *f* (Fig. 507) an der Drehung verhindert und dafür die Stange *B* gezwungen, eine Drehung, entsprechend ihrem (schraubenförmigen) in Fig. 506 sichtbaren Drallzuge, zu verrichten. Damit ist aber auch die Drehung des Bohrers ausgeführt.

Die dritte Action besteht in der Vorwärtsbewegung der ganzen Maschine, entsprechend dem Tieferwerden des Bohrloches.

Für das Zustandekommen dieser Bewegung ist vor Allem zu beachten, dass *M* (Fig. 506) wieder ein Kolben ist, welcher, auf einer hohlen Stange *N* befestigt, sich in den unbeweglichen (festliegenden) Cylinder *L L* verschieben lässt. Gegen diesen Kolben *M* drückt fortwährend die bei *I* eintretende comprimirte atmosphärische Luft. Die hohle Kolbenstange *N* ist übrigens mit dem grossen Cylinder *T* fest verbunden.

Wird die Vorwärtsbewegung der Maschine nicht beabsichtigt, so ist die Bewegung der hohlen Stange *N* und des Cylinders *T* durch Sperrklinken *D* (Fig. 506) verhindert, welche in, zur Seite rechts und links von *T* liegende verzahnte Führungslineale *A A* (Fig. 506 und 507) eingreifen.

Am Ende eines jeden Hubes des Arbeitskolbens *O* stösst jedoch ein Anlauf *G* der Stange *B* gegen ein Stück (einen Frosch) *E*, wodurch die Sperrklinken *D* ausgelöst und die Stange *N* mit dem Cylinder *T* momentan frei werden, folglich beide sich, entsprechend dem Tieferwerden des Bohrlochs, vorwärts bewegen können.

Damit der Cylinder *T*, infolge des vom Bohrer ausgeübten Schlages, nicht rückwärts getrieben werden kann, ist ein Sperrwerk *H* vorhanden, welches durch einen Kolben *X* gehalten wird[1]).

Zum Zurückziehen der ganzen Bohrmaschine, nach Herstellung eines Bohrloches von beabsichtigter Tiefe[2]), wird der Hahn *I* (Fig. 506) geschlossen, dagegen der Hahn *II* geöffnet, so dass die comprimirte Luft, welche die Maschine vorwärts trieb, entweichen kann. Durch das Rohr *K* tritt die com-

1) Des hier zu Gebote stehenden Raumes wegen vermochte der Verfasser nicht auf weitergehende Erörterungen der Maschinen-Details einzugehen, verweist daher auf die benutzten Quellen, nämlich auf S. 636 notirten Rapport Nr. XV, Vol. IV, Planche V, Fig. 1 und 2. Daselbst sind namentlich die beiden Führungsliniale (Longerongs) *A A*, zwischen denen die Bohrstange *B* läuft, recht sichtbar.

2) Einer werthvollen Arbeit meines Collegen und derzeitigen Rectors der hannoverschen technischen Hochschule, des Herrn Bauraths und Professors Dolezalek, im Bd. XXIV (1878) der Zeitschrift des Arch.- und Ing.-Vereins zu Hannover, welche Arbeit die Ueberschrift trägt: „Bemerkungen über Bohrmaschinenarbeit im Gotthardtunnel“ (S. 42—52), entlehnt der Verfasser nachstehende Angaben:

Bei einer Luftspannung von 5 Atmosphären (absolut) wurde im harten Gneisgranit leicht eine Bohrlochtiefe von 0,04—0,05 m pro Minute mittelst einer Ferroux'schen Bohrmaschine (Modell Nr. 2) erzeugt. Eine ohne Unterbrechung arbeitende Bohrmaschine würde daher (unter den erwähnten Verhältnissen) pro Stunde eine Bohrtiefe von 2,70 m beschaffen. Sechs gleichzeitig arbeitende Maschinen würden demnach in $1^1/_2$ Stunden 24 Löcher von 1,0 m Tiefe zu bohren vermögen etc. etc.

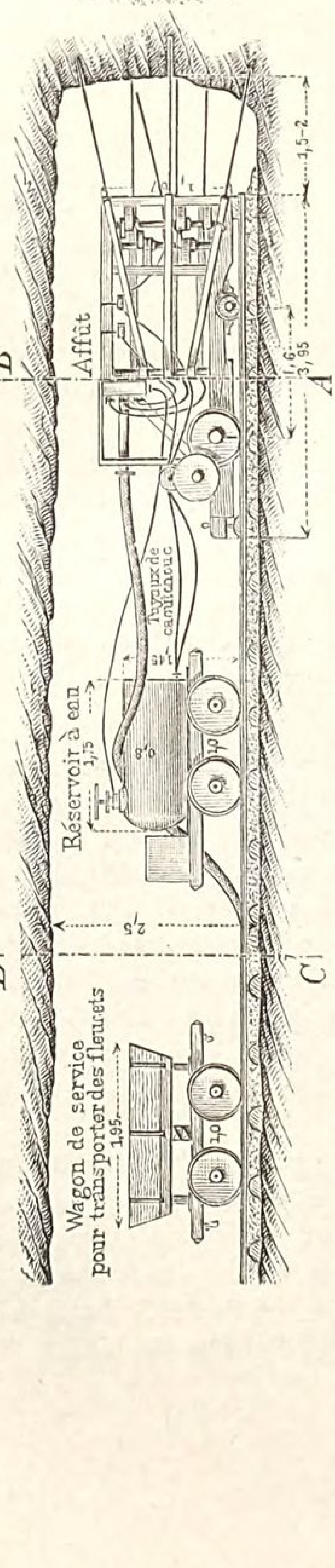


Fig. 508.

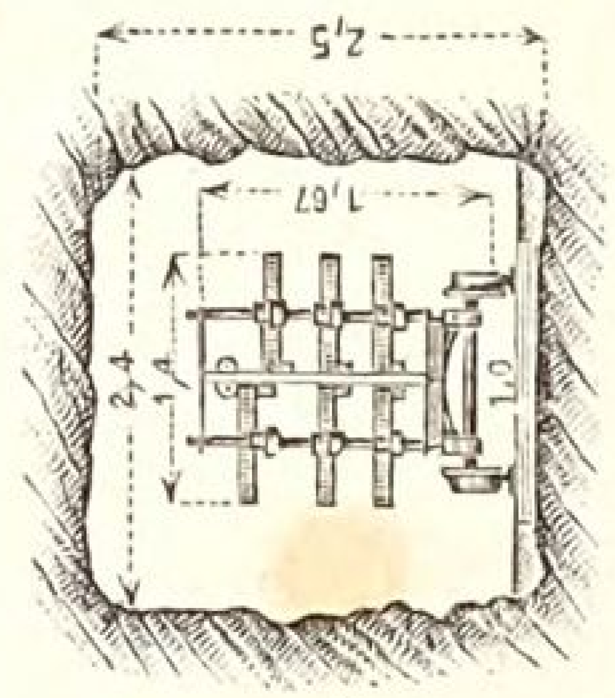


Fig. 509.

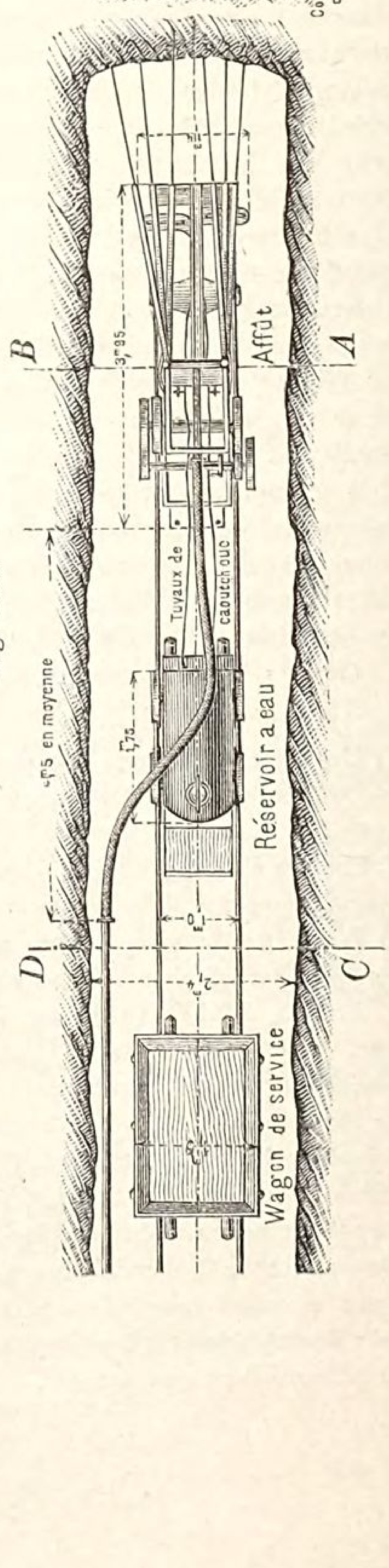


Fig. 510.

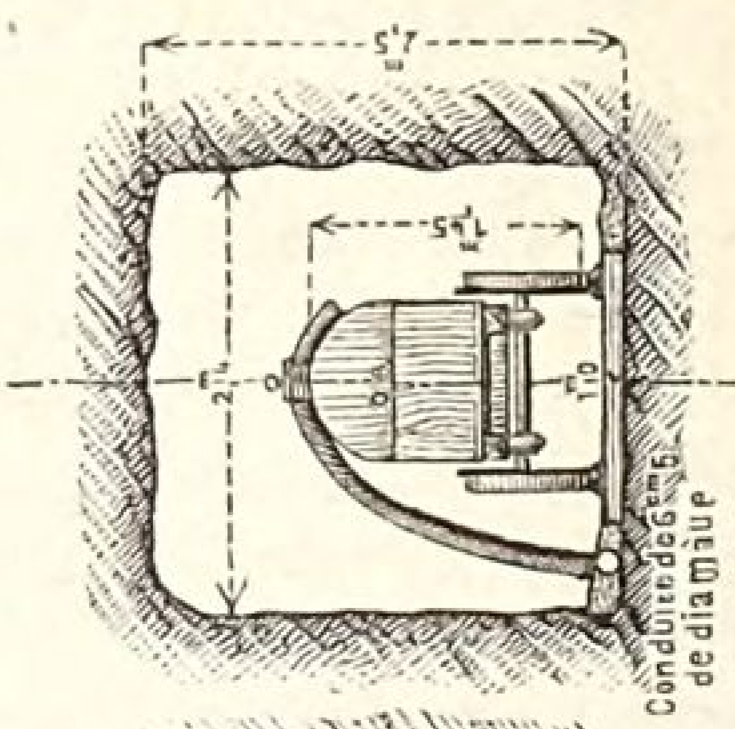


Fig. 511.

primirte Luft zugleich hinter den Kolben *M*, wodurch das Zurückgehen der ganzen Maschine erfolgt.

Nicht ohne Interesse und Nutzen dürften die hier vorstehenden Abbildungen Fig. 508—511 sein, welche ein Bild der Maschinenaufstellung beim Arbeiten im grossen Gotthard-Tunnel (zwischen Göschenen und Airolo) liefern und die wir dem Rapport Nr. 3 (vom 1. April bis 30. Juni 1873), Pl. III, entlehnten.

Dabei ist Fig. 508 ein Vertikal-Längenschnitt (in $^1/_{100}$ der wahren Grösse), und überall die Benennungen (wie in unserer Quelle) in französischer Sprache gegeben. Fig. 509 ist ein Profilquerschnitt durch das Bohrgerüst in der Richtung der Linie *AB* von Fig. 508 genommen. Fig. 510 zeigt den Grundriss der ganzen Anordnung, sowie endlich Fig. 511 ein nach der Linie *CD* der Figuren 508 und 510 genommener Profildurchschnitt, wodurch das erforderliche Wasserreservoir in dritter Ansicht hervorgehoben wird.

Unsere Quelle zeigt noch in einer grösseren Grundrissfigur, wie sich der in unseren Figuren dargestellte Richtstollen (Galerie de direction) nach rückwärts hin auf die fast $3^1/_2$fache Breite erweitert, um zwei getrennte, mit den erforderndcn Weichen versehene Eisenbahngeleise aufnehmen zu können. Auf eines dieser Geleise wurde der ganze Arbeitsapparat beim Abschiessen der Dynamitpatrone zurückgefahren etc., während auf dem anderen Geleise das Rangiren etc. vorgenommen wurde. Auf diesem Grundrisse ist auch angegeben, wo die gusseisernen Leitröhren für die gepresste Luft aufhören, die Gummiröhren anfangen etc. etc.

B. Tunnel-Bohrmaschinen des Druck-(Dreh-)Systems[1].

Während man Percussions-Tunnel-Bohrmaschinen ohne Ausnahme durch gepresste atmosphärische Luft betreibt, verwendet man bei den Druckmaschinen vorzugsweise bewegtes Wasser unter Benutzung hoher Gefälle oder (künstlicher Gefälle) sogenannter Accumulatoren (Bd. IV, S. 42).

Bei den ersten dieser Bohrmaschinen, welche zur Pariser Weltausstellung von 1867 eingesandt worden waren, wo sie als Maschinen von Perret und de la Roche-Tolay, von gepresstem Wasser betrieben, arbeiteten, hatte man Diamantbohrer (nach Lechot) statt Stahlbohrer in Anwendung gebracht. Der erwähnte Genfer Uhrmacher Lechot war es, welcher zuerst die Idee hatte, amorphe, schwarze Diamanten[2]) für Bohrzwecke in

1) Riedler, „Gesteins-Bohrmaschinen" (Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia von 1876), S. 91 und 96. Diamant-Bohrmaschinen der Pensilvania Diamand Drill. Comp. etc.

Köhler, „Lehrbuch der Bergbaukunde" (1884), S. 164, §. 85 (Literaturangaben in besonderen Noten).

Schulz im IV. Bande des Handbuchs der Ing.-Wissenschaften: „Die Baumaschinen". Zweite Abthl., VIII. Capitel, zweiter Theil: „Das Drehbohren", S. 244 etc. etc.

2) Später auch zum Bilden der Hau- und Spreng-Schläge der Getreide-

grösserem Maassstabe zu verwenden und der auch 1863 anlässlich des Baues am Mont-Cenis rotirende Diamantenbohrer für Tunnelbauzwecke construirte, jedoch zufriedenstellende Resultate nicht erlangte.

Die Ursache letzterer Thatsache scheint darin zu liegen, dass bei diesen Diamantbohrern, die man in rascher Umdrehung mit nur (verhältnissmässig) geringem Drucke gegen das Gestein pressen kann, die Herstellung des Bohrloches ausschliesslich durch Abschaben des Gesteins erfolgt[1]). Ueberhaupt (sollen) Diamantbohrer niemals unter hohem Drucke arbeiten können. Diese und noch andere Umstände scheinen überhaupt eine allgemeine Verwendung der Diamantbohrer unzulässig und sie eigentlich nur für Tiefbohrungen brauchbar zu machen[2]).

Um so erfreulicher war es daher, als es im Jahre 1876 dem Ingenieur Brandt in Hamburg durch seine eigenthümliche „hydraulische Dreh-Bohrmaschine“ gelang, ein beinah völlig neues System von Gesteins-Bohrmaschinen zu schaffen. Das Princip der Brandt'schen Maschine besteht darin, keilförmige Schneiden aus Stahl unter sehr hohem Wasserdrucke in das Gestein zu pressen und gleichzeitig in langsame, continuirlich-rotirende Drehbewegung zu versetzen.

Mit Hülfe der, namentlich im Bau von sogenannten Präcisions-Dampfmaschinen (Bd. I, S. 554, zweite Auflage), weit berühmten Maschinenfabrik der Gebrüder Sulzer in Winterthur brachte Brandt schon bei deren ersten Exemplaren Maschinen zu Stande, welche mit dem grössten Erfolge im Sonnenstein-Tunnel (am Trauensee in der Salzkammergutbahn, unweit Gmunden[3]) arbeiteten.

Von den zwei im genannten Tunnel (1877) arbeitenden Brandt'schen Bohrmaschinen hat Professor Riedler in der unten notirten Schrift[4]) sieben grosse Folio-Tafeln Abbildungen geliefert, während unsere beiden Abbildungen

Mühlsteine benutzt. Man sehe deshalb Bd. II der Allgem. Maschinenlehre, S. 235 (Anmerkung), zweite Auflage.

1) Prof. Riedler, Brandt's „hydraulische Gesteins-Bohrmaschine“. Mit 7 Tafeln Abbildungen. Wien 1877.

Die werthvollen Bemerkungen über rotirende Bohrer mit Diamantkronen und mit rotirenden Stahlbohrern finden sich hier insbesondere auf S. 10 und 11.

2) Allgemeines über Diamantbohren findet sich u. A. in Köhler's (bereits oben genannten) „Lehrbuche der Bergbaukunde“. Leipzig 1884, S. 31, §. 7 und 8. Hier finden sich auch Abbildungen der Bohrkronen, Stahlringe, in welchen die schwarzen Diamanten (meist sogenannte Karbonate aus Bahia in Brasilien) enthalten sind. Für Tiefbohrzwecke bezeichnet Köhler das Diamantbohren als das zweckmässigste Bohrverfahren. Werthvoll in letzterer Beziehung sind die Berichte über amerikanische Diamantbohrer in Riedler's Berichten über die Philadelphia-Ausstellung von 1876, S. 74—114. Daselbst finden sich auch (S. 98) allerlei Angaben über Tiefbohrung der „Continental Diamond Rock Boring Co.“ in London, vertreten durch Carl Ferber in Leipzig (Wintergartstrasse Nr. 3).

3) Zeitschr. des österr. Arch.- und Ingen.-Vereins, 1878, S. 29 etc.

4) Brandt's hydraulische Gesteins-Bohrmaschine. Wien 1877.

Fig. 512 und 513 nach dem 32. Rapporte über den Fortschritt der Arbeiten am St. Gotthard-Tunnel skizzirt wurden [1]), woselbst Brandt's Maschinen am „Pfaffensprung-Tunnel“ bei Wasen (Nordseite des grossen Tunnels) arbeiteten.

Es dürfte angemessen sein, die Beschreibung mit dem eigenthümlichen Gestell der Maschine zu beginnen, welches in unseren Abbildungen mit den

Fig. 512.

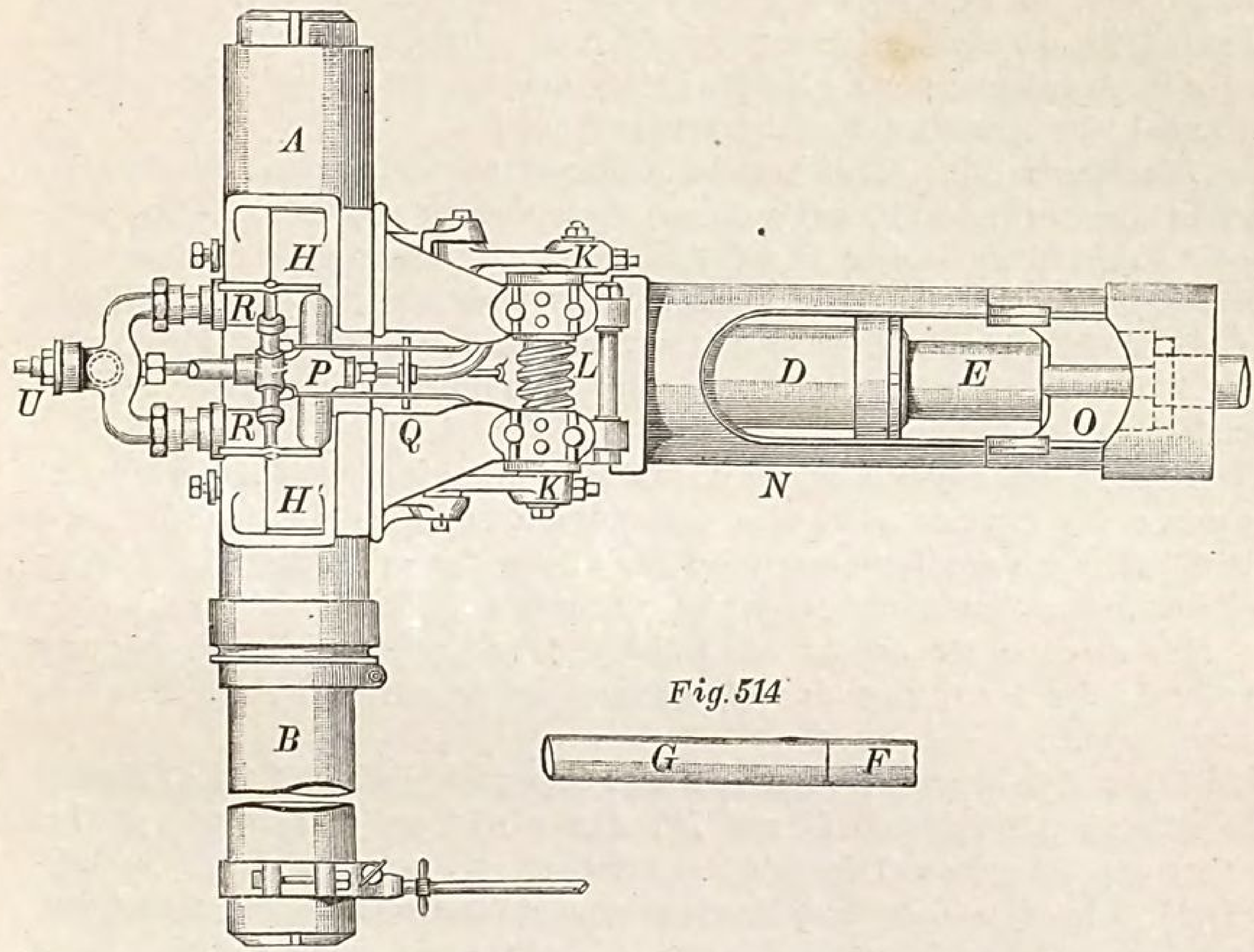


Fig. 514

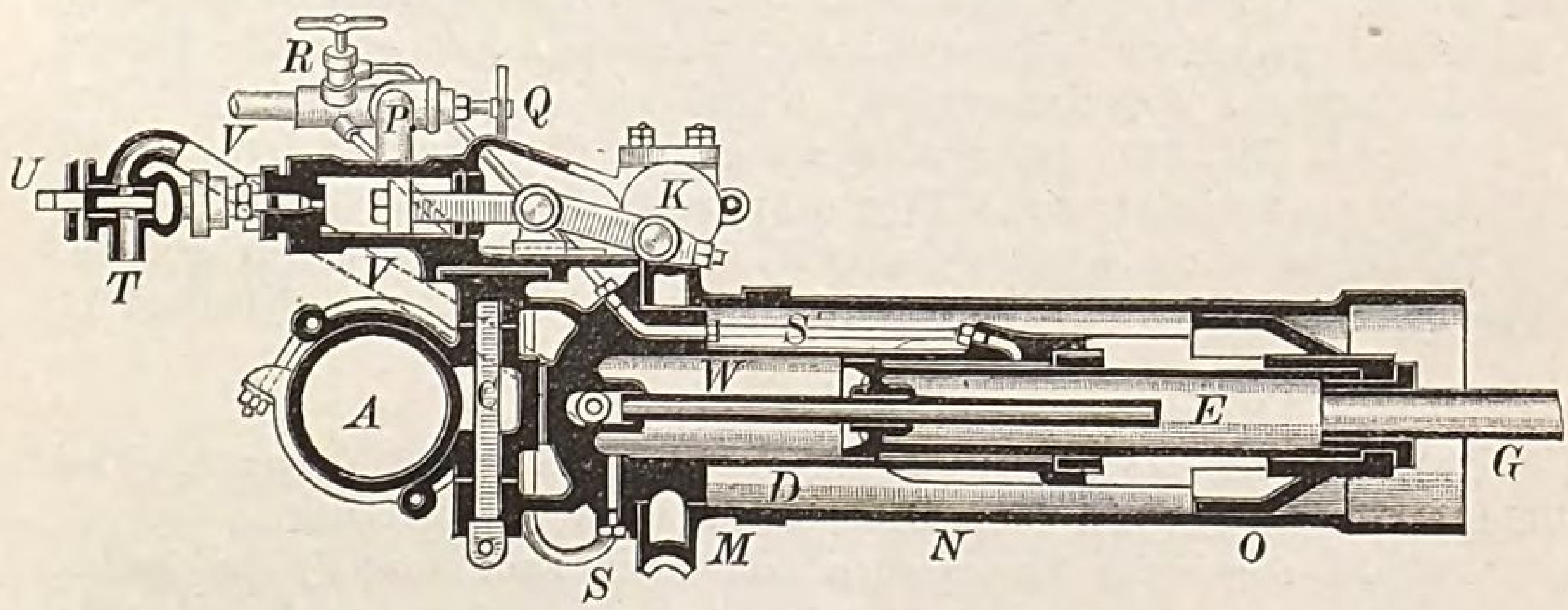


Fig. 513.

Buchstaben A und B bezeichnet ist. Dasselbe ist, der Hauptsache nach, eine zwischen zwei festen Wänden eingezwängte Bohrspreize, welche unter hohem Wasserdruck festgestellt (eingespannt) werden kann und deshalb „hydrau-

1) Rapport Trimestriel Nr. 32. Huitième Volume (Berne 1880), pag. 89 unter der Ueberschrift: „Notice sur la perforation Brandt etc.“

lische Spannsäule genannt wird. Das Ganze bildet dabei eine Art hydraulischer Presse, wovon *A* der Cylinder und *B* der verschiebbare Kolben (Plunger) ist. Zum Zwecke des Einspannens wird Druckwasser hinter den Plunger gelassen, so dass dieser nach aussen geschoben und entweder direct gegen die Stollenwände, oder gegen zwischengelegte Holzstücke mit grosser Kraft angepresst und dadurch die Spannsäule vollkommen unveränderlich und stabil festgestellt wird, so dass auch der gewaltige Gegendruck von Seite der Bohrmaschine (in der Achsenrichtung des Bohrers) aufgefangen wird. Uebrigens sind alle Anordnungen so getroffen, dass die Spannsäule beliebig vertikal, horizontal oder geneigt aufgestellt werden kann[1]).

Die Bohrmaschine selbst besteht aus einem an der Spannsäule befestigten Bodenstücke *C* (Fig. 513), auf welches der um einen vertikalen Bolzen drehbare Vorschubcylinder *D* aufgebracht ist. In letzterem bewegt sich der Treib-(Bohrspindel-)kolben *E*, welcher unter Wasserdruck steht und diesen auf die fortschreitende Bewegung des Stahlbohrers *F* (Fig. 514)[2]) verwendet, der in einer in der Verlängerung des Kolbens angebrachten Hülse (Stahlröhre) befestigt ist.

Hiermit ist zugleich die eine, nämlich die fortschreitende Bewegung des Bohrers *FG* oder der Vorschub desselben, erörtert, der schliesslich, wenn das Gestein erreicht ist, zufolge des auf *E* ausgeübten hohen und constanten Wasserdruckes, gegen das Gestein gedrückt wird.

Die zweite für die zu beschaffende Arbeit erforderliche Bewegung besteht in der Drehung des Bohrers, die in nachbemerkter Weise zu Stande kommt.

Ueber *AB* in unserer Figur 512 liegt eine zweicylindrige (kleine) Wassersäulen-Zwillings-Maschine[3]) *H* und *H'*, die nicht an der Spannsäule, sondern an demselben Trägerstücke befestigt ist, welches den Vorschubcylinder *D* trägt, so dass diese Maschine an der Vorwärtsbewegung theilnimmt, welche dem Bohrer beim Eindringen in das Gestein ertheilt wird. Beide Wassersäulenmaschinen übertragen ihre mechanische Arbeit unter Einschaltung von Lenkstangen und Krummzapfen *K* und *K'* auf eine gemeinschaftliche Stahlwelle *L* (Fig. 512), auf welcher eine endlose Schraube eingeschnitten ist, welche in ein Schneckenrad *M* (Fig. 513) greift.

Mit diesem ist ein dritter Cylinder *N*, der Führungscylinder genannt, fest vereinigt, der mit Hülfe eines Gleitschuhes *O* den Bohrspindelkolben *E*,

1) Unter der Ueberschrift: „Bohrmaschinen-Gestell" (Spannsäule) bei Riedler beschrieben und durch Detailfiguren auf Tafel IV erläutert.

2) Der ringförmige Kronenbohrer (am freien Ende von *F*) des hohlen Stahlcylinders besteht aus an der Arbeitsfläche ausgeschnittenen Schneiden (vier bis fünf Zähnen), die auf Tafel I des Riedler'schen Werkes sehr schön (speciell) gezeichnet sind.

3) Herr Professor Herrmann in Aachen hat in der fünften Auflage (1884) des zweiten Theiles von Weisbach's Lehrbuche der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik, S. 616, eine Abbildung dieser Wassersäulenmaschine geliefert, die an Deutlichkeit und Schönheit die betreffenden Abbildungen anderer Quellen vollständig übertrifft.

das Bohrgestänge *G* und den Bohrer *F* in die erforderliche Drehung versetzt. Dabei macht das Rad *M* und mit ihm der Bohrer *F* pro Minute 7 bis 10 Umdrehungen, während die Schraubenwelle *L* in derselben Zeit 200 bis 300 Umläufe verrichtet.

Zu erwähnen dürfte noch Folgendes sein. Erstens dass zwischen den beiden Zwillings-Wassersäulenmaschinen *H* und *H'* (Fig. 512) ein Gehäuse *P* existirt, in welchem ein sogenanntes Rückschlagsventil *Q* (S. 45, Fig. 36) für die Wassersäulenmaschine angebracht ist.

Dem Vorschubcylinder (Druckcylinder) *D* wird das erforderliche Betriebswasser durch ein dünnes Kupferrohr *S* (Fig. 513) zugeführt und das Quantum dieses Wassers durch einen Zweiweghahn *R* (Fig. 512 und 513) regulirt. Da die Länge des Vorschubkolbens *E* und des Gleitschuhes *O* nur etwa um $^1/_3$ m Weg erlaubt, so muss man, wenn tiefere Löcher zu bohren sind, das Gestänge verlängern und den Kolben *E* wie den Schuh *O* zurückziehen. Dies Zurückziehen wird dadurch bewirkt, dass man durch ein (zweites) dünnes Kupferröhrchen *S'* (Fig. 513) Druckwasser hinter den Kolben *D* leitet, während man den Druck vor demselben vermindert.

Endlich wäre noch darauf aufmerksam zu machen, dass das constant aus *T* fliessende Abflusswasser der Wassersäulenmaschine durch geeignete Drehung eines Hahnes *U* gezwungen werden kann, seinen Weg durch im Druckcylinder *D* fest eingedichtete Röhren *V* und *W*, ferner durch das hohle Bohrgestänge und weiter zur Bohrstelle zu nehmen, um es hier zum Auswaschen des Bohrschmandes zu verwenden.

Auf die Beantwortung der Frage, welches von den beiden Bohrsystemen als das beste zu bezeichnen ist, kann sich der Verfasser der allgemeinen Maschinenlehre um so weniger einlassen, als selbst ausgezeichnete, rationell gebildete Praktiker, wie u. A. Herr Gustav Plate, der Oberingenieur (des Arlberg-Tunnelbaues) und Vorstand der mech. Abtheilung der k. k. österr. Staats-Eisenbahn-Direction in Wien, im Anhange zu seinem IV. Vortrage (December 1883) über die Ausführung des Arlberg-Tunnels den Schluss der „Resultate der maschinellen Bohrung" (S. 119) in folgender Weise bildet:

„Diese (günstigen) Resultate sind wohl geeignet, die Behauptung des vollständig gleichen Effects des Percussionssystemes (auch die Luftbohrung genannt) auf der Ostseite und des Drehbohrsystemes (auch Wasserbohrung genannt) am Arlbergtunnel zu bekräftigen[1])."

Obwohl für die Zwecke unseres Buches das Beschreiben und Besprechen zweier der beachtenswerthesten Tunnel-Bohrmaschinen (wie die von Ferroux und Brandt) an sich ausreichen würde, ist doch seit den 70er Jahren noch eine neue Gattung bekannt geworden, die ihrer sinnreichen und doch einfachen maschinellen Anordnungen wegen nicht mit Stillschweigen übergangen werden kann. Es ist dies die Gestein-Dreh-Bohrmaschine mit Differenzial-

1) Indem der Verfasser mit Vorstehendem die Besprechungen und Erörterungen über die beiden fraglichen Maschinensysteme schliesst, entlehnt er einer beachtenswerthen „Systematischen Darstellung der Gestein-Bohr-

schraubenvortrieb des Bohrers von E. Jarolimek (k. k. österr. Oberbergrath in Wien)[1].

Bereits beim Bohren mit der Brandt'schen Maschine im Sonnenstein-Tunnel (Seite 642) machte man die Erfahrung, dass diese Maschine nicht unter allen Umständen gleichmässig und ruhig arbeitet, vielmehr das Bohrgestänge zuweilen mehr oder weniger (nachtheilig) vibrirte[2], weil der Widerstand des Gesteines sehr verschieden war und weil das Reguliren des achsialen Druckes auf den Bohrer von Hand geschehen musste, d. h. eine momentane Veränderung der Druckkraft selbstthätig nicht möglich war, daher auch die Bohrzähne bald zu wenig, bald zu viel (zu tief) eindrangen. Dieser Uebelstand fällt hinweg, wenn man das Vortreiben des Drehbohrers durch einen

maschinen von Ferroux und von Brandt" des im Tunnelbau erfahrenen und wohlunterrichteten Ingenieurs v. Rziha (in den Nummern 1 und 4 der Wochenschrift des österr. Ing.-Vereins von 1887) folgende allgemeine Angaben:

Maschine Ferroux.

Ganze Länge der Maschine 3,05 m. Kolbendurchmesser 0,105 m. Hublänge 0,16 m. Höhe der Maschine in der Mitte 0,29 m. Breite der Maschine 0,21 m. Nothwendige Kolbenpressung im milden Sprenggesteine 2 Atmosph. (Minimum), im sehr festen Sprenggesteine 4 Atmosph. (Minimum). Zahl der Schläge pro Minute, je nach 250 bis 550, Luftverbrauch pro Schlag 2,3 l. Vordringen des Meissels bei unausgesetztem Bohren, je nach der Gesteinsfestigkeit, 60 mm bis 30 mm pro Minute. Bohrleistung einer Maschine mit Rücksicht auf Störungen und auf Gesteinsfestigkeit 1,2 m bis 1,8 m pro Stunde. Lochtiefen in der Regel 1,2 m bis 1,5 m, im Maximum 2,0 m. Maximallänge des Bohrers 2,25 m. Lochweite im Anfange 50 mm, am Ende 35 mm. Gewicht der completen Maschine ca. 210 kg. Preis 800 Gulden.

Maschine Brandt.

Länge ca. 1,5 m, Breite ca. 0,5 m. Nothwendige Wasserpressung im milden Sprenggesteine 40 bis 60 Atmosph., im festen Gesteine 60 bis 90 Atmosph. Spannsäule-Durchm. 15,6 cm u. 14,6 cm, Vorschubkolben 11 bis $12\frac{1}{2}$ cm. Hydromotoren-Durchmesser 5,4 cm bis 6,2 cm und (beziehungsweise) 3,8 cm bis 4,4 cm. Hub 6,0 cm. Durchmesser des Bohrers 6,0 cm bis 8,0 cm, dessen Fleischstärke 0,9 cm bis 1,3 cm. Zähne 4 bis 5 Stück. Wasserverbrauch ca. 0,4 l bis 0,6 l pro Secunde. Bohrerumdrehungen 3 bis 8 pro Minute. Tourenzahl der Hydromotoren je nach Pressung und Gesteinsfestigkeit 120 bis 250 pro Minute. Bohrlochdurchm. 6,2—8,2 cm. Fortschritt des Drehbohrers ohne Störungen, je nach Pressung und Gesteinsfestigkeit 40 bis 120 mm, mit normalen Störungen 30 bis 70 mm. Bohrlochtiefe 1,2 m bis 1,5 m, Maximum 2,0 m. Gewicht der Spannsäule ca. 220 kg. Gewicht der Maschine sammt Bohrer im Mittel ca. 300 kg. Preis sammt Spannsäule ca. 2100 Gulden.

1) Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Jahrgang 1881, S. 183, 199 und 211. Ferner ebendaselbst Jahrgang 1882, S. 103, 119 und 132.

2) Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen, Jahrgang 1881, S. 187 etc. (Mit Abbildungen.)

Differenzial-Schrauben-Mechanismus bewirkt, wie dies Jarolimek in der That ausgeführt hat[1]).

Ein besonderer Vorzug der Jarolimek'schen Bohrmaschinen besteht noch darin, dass sie beliebig durch Wasserdruck, Luft-Dampfdruck oder durch Menschenhand in Thätigkeit gesetzt werden kann.

Die hier folgenden Skizzen Fig. 515 und 516 zeigen die neueste Handdreh-Bohrmaschine Jarolimek's, wovon das Original seinen eigenen Mittheilungen (a. a. O., Jahrgang 1882, Tafel VI) entlehnt wurde.

Fig. 515.

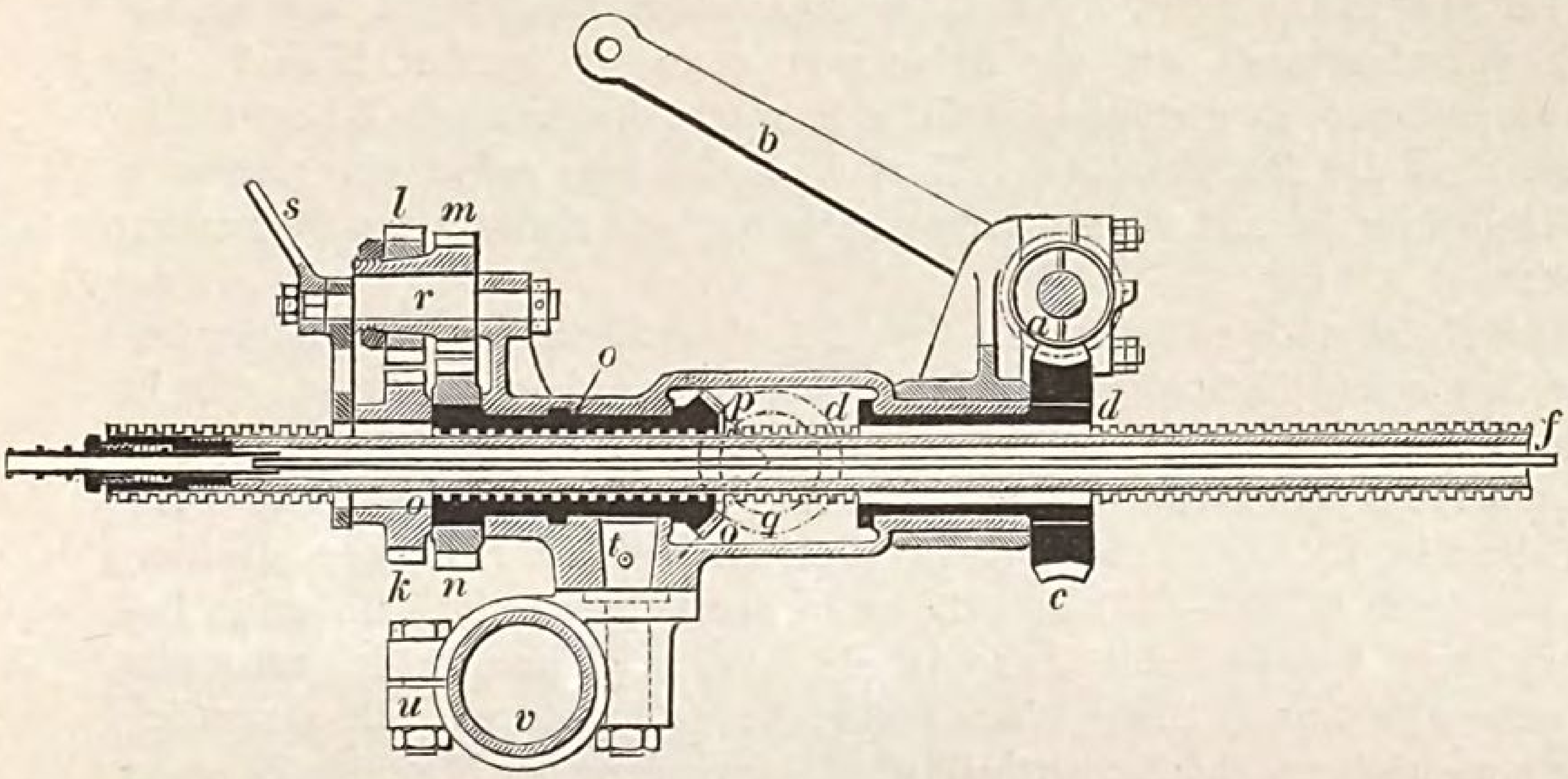


Fig. 516.



Dabei ist *a* die endlose Schraube (Schnecke), mit welcher in unserem speciellen Falle die Handkurbel *b* fest vereinigt ist, während bei Verwendung sogenannter Elementarkraft an derselben Achse der betreffende Motor wirksam gemacht wird[2]).

Die Schraube *a* greift in das Schraubenrad *c* ein, welches auf einem sogenannten Mitnehmer *d* festgekeilt ist. Letzterer greift wieder in Nuthen *e* (Fig. 516) einer hohlen Schraubenspindel *f* so ein, dass diese mitrotiren, sich aber ausserdem auch vor- und rückwärts bewegen kann. Auf der anderen Seite (am linken Ende) des Maschinengehäuses ist eine Schraubenmutter *o* gelagert, welche einerseits in das konische Getrieberad *p* ausgeht, andererseits aber durch die Differenzialgetriebe *k*, *l*, *m* und *n* während der Bohrarbeit im gleichen Sinne, jedoch mit geringerer Geschwindigkeit als die

1) Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, Jahrgang 1882, S. 103 u. 132 unter der Ueberschrift: „Neuere Betriebsergebnisse mit E. Jarolimek's Gestein-Drehbohrmaschinen" (Mit Abbildungen auf Tafel VI).

In unserer ersten Quelle (Jahrgang 1881, S. 202) erwähnt Jarolimek selbst, dass die Anwendung des Differenzial-Schraubenvortriebs des Bohrers überhaupt nicht neu ist, sondern bereits von Lechot (S. 641), Lisbeth u. Anderen (jedoch mit anderen Details etc. etc.) ausgeführt worden sei.

2) Bei einer (a. a. O., Jahrg. 1881, S. 199) beschriebenen Maschine war der Motor eine zweicylindrige Wassersäulenmaschine, wodurch die Schraube *a* in schnelle Rotation (pro Minute 200 bis 410 Touren) versetzt wurde.

Schraubenspindel f gedreht wird, so dass der Vortrieb des Bohrers pro Umgang, je nach Wahl der Uebersetzungsverhältnisse bei den Differenzialgetrieben, beliebig regulirt werden kann.

Die zwei oberen dieser Getriebe (l und m) sitzen auf einer excentrisch gelagerten Welle r und können mittelst des Griffes s rasch und bequem ein- oder ausgerückt werden.

Während der Bohrarbeit sind dieselben selbstverständlich mit den unteren Getrieben kn im Eingriffe. Soll jedoch der Bohrer schnell aus dem Bohrloche zurückgezogen oder vor den Bohrort geschoben werden, so rückt man die Getriebe lm aus und versetzt, durch Umdrehung einer kleinen (in unserer Abbildung weggelassenen) auf die Achse von q zu steckenden Kurbel, die Schraubenmutter o im gewünschten Sinne in rasche Umdrehung. Zu erwähnen ist noch, dass die Bohrgestänge hohl sind, der Bohrer selbst ein gezahnter Kern-Stahlbohrer ist und die Bohrarbeit unter stetigem Zuflusse von Spülwasser stattfindet.

Endlich ist noch zu bemerken, dass die ganze Maschine zum Zwecke beliebiger Lagen und Richtungen der Bohrlöcher in der einen Ebene um den in unserer Abbildung vertikal gerichteten Bolzen t, in der anderen mit dem Ringe u um die Spannsäule v drehbar, sowie längs der Spannsäule verschiebbar ist[1]). Unsere Hauptquelle (Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen von 1882, S. 133—135) enthält unter der Ueberschrift: „Bisherige Betriebsresultate“ Versuche mit Jarolimek's Bohrmaschine in dolomitischem Kalk, rothem Sandstein, Grauwackenschiefer, Grünstein etc. etc., die sämmtlich von der entschiedenen, höchst vortheilhaften Verwendung der Maschine Zeugniss geben und wovon mindestens die Versuche Platz finden mögen, welche mit Gesteinen des Arlberg-Tunnels angestellt wurden.

Gesteinsart	Bohrlochweite 7 cm		Bohrlochweite 5 cm	
	Hydraulische Dreh-Bohrmaschine		Hand-Dreh-Bohrmaschine	
	Bohrleistung pro Minute cm	Der Bohrer hält aus auf cm	Bohrleistung pro Minute cm	Der Bohrer hält aus auf cm
Gneis	2,50—4,0	6—28	1,25	49
Quarzreicher Glimmerschiefer	3,36—4,32	39,5—46,5	1,25	49

Die allerneueste beachtenswerthe, dem Verfasser bekannt gewordene Verwendung hat die Jarolimek'sche Dreh-Bohrmaschine beim Bau des Canals

1) Auch muss wieder erwähnt werden, dass wir in Bezug auf alle Details der Maschine auf die unserer Quelle beigefügte (grosse) Tafel VI (Abbildungen) zu verweisen haben.

von Corinth gefunden, worüber vornehmlich die unten angegebene Quelle berichtet[1]).

Der Betrieb dieser Bohrmaschine erfolgte jedoch nicht durch Menschenhand, sondern durch eine Dampfmaschine, wobei der Dampf 3 Atmosphären Pressung, das von der Maschine betriebene Bohrgestänge 60 mm Durchmesser und der betreffende Kronenbohrer 70 mm Durchmesser hatte. In fester Kreide soll diese Maschine pro Stunde (incl. Bohrwechsels) 3 m Bohrtiefe erreicht und ca. 140 l Spülwasser erfordert haben etc. Uebrigens hatte Jarolimek's Maschine hier ausschliesslich die Bestimmung, horizontale oder doch nahezu horizontale Bohrlöcher herzustellen.

1) Wochenblatt für Architekten und Ingenieure. Sechster Jahrgang, 1884, S. 91 unter der Ueberschrift: „Ueber die sprengtechnischen Arbeiten bei dem Bau des Canals durch den Isthmus von Corinth". Nach einem Vortrage des Ingenieurs Münch im österr. Ing.- und Arch.-Vereine etc.

Uebereinstimmend mit den Notizen S. 52 (Note 2), den Suez-Canal, und S. 302 (Note 2), den Panama-Canal betreffend, theilen wir hier über den Canal von Corinth Folgendes mit: Die gewählte Canallinie ist dieselbe, welche schon Kaiser Nero auszuführen versuchte und von der die Spuren noch vorhanden sind. Die Länge des völlig (?) geraden Canals wird 6342 m betragen und die Einschnitttiefe im Scheitelpunkte 78 m. Er soll bis 2 m über Wasser $1\frac{1}{3}$fache Böschung, dann 2 m Bermen und zweifache Böschungen erhalten. Die Sohlbreite ist zu 22 m bei 8 m Wassertiefe festgesetzt.

Nachträge

zu Band I bis IV (zweite Auflage) dieses Werkes.

§. 32.

Nachtrag Nr. I zu Bd. I, Seite 32, die Erfindungsgeschichte der Pendeluhr betreffend.

Seit Erscheinung der zweiten Auflage Bd. 1 dieses Werkes im Jahre 1875 sind sehr werthvolle neue Arbeiten als Beiträge zur Geschichte der Pendeluhr-Erfindung vom Professor Wolf[1]) in Zürich und insbesondere vom Dr. Gerland[2]) in Cassel geliefert worden, welche bei der geschichtlichen Tendenz der Allgemeinen Maschinenlehre nicht unbeachtet bleiben konnten.

1) Wolf (Professor an der Universität und am Polytechnikum in Zürich), „Geschichte der Astronomie", München 1877, S. 369 etc. (Auch schon 1873 in der Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 18. Jahrgang, S. 118 etc.)

2) Dr. Gerland in Cassel an folgenden Stellen:

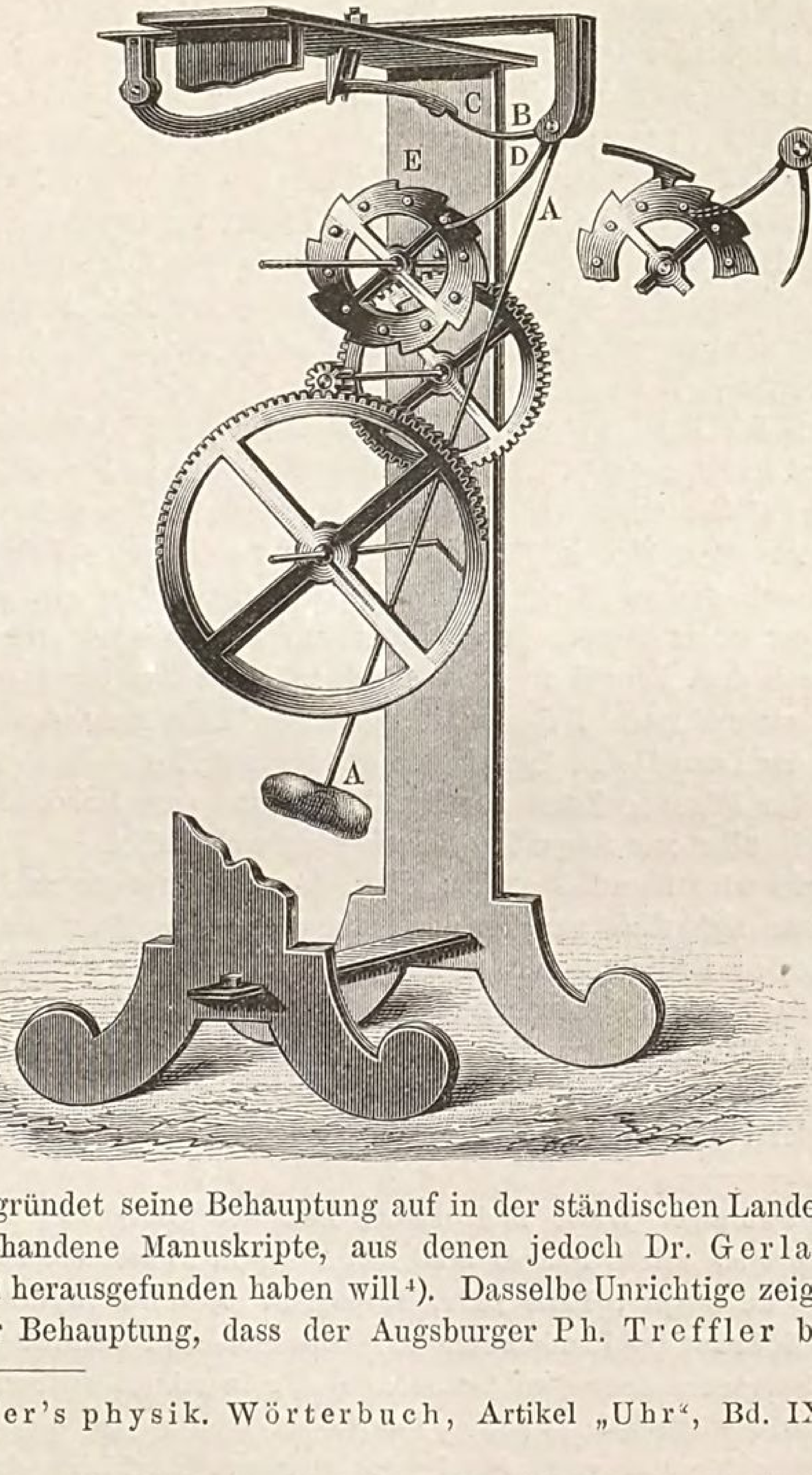
a. Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876, von S. 18 bis mit S. 23.

b. Wiedemann's (Poggendorff's) Annalen der Physik und Chemie. Neue Folge, Bd. IV, 1878, S. 585—613. Eine ausserordentlich fleissige, die Sache fast erschöpfende Arbeit mit sehr vollständiger Quellenangabe.

c. Westermann's illustr. deutsche Monatshefte, August 1884 (28. Jahrg., Heft 335), S. 674 unter der Ueberschrift:
„Die Erfindung der Pendeluhr".
Eine Episode aus der Zeit der Erfindungen im siebzehnten Jahrhundert. Mit Portrait des Christian Huyghens und Abbildungen einer Thurmuhr von Dover Castle (verfertigt 1348) und den der Pendeluhren Galilei's und Huyghens'.

Professor Wolf schreibt die Erfindung des Pendels als Regulator der Uhren [statt der bis dahin in Anwendung gebrachten horizontalen oder vertikalen Balancen oder Bilancen[1]) und Windfänge[2])] in erster Linie dem Schweizer Bürgi[3]) zu.

Fig. 517.



Wolff gründet seine Behauptung auf in der ständischen Landesbibliothek zu Cassel vorhandene Manuskripte, aus denen jedoch Dr. Gerland gerade das Gegentheil herausgefunden haben will[4]). Dasselbe Unrichtige zeigt Dr. Gerland von der Behauptung, dass der Augsburger Ph. Treffler bereits eine

1) Gehler's physik. Wörterbuch, Artikel „Uhr", Bd. IX, S. 1112, Fig. 150 und

Poggendorff's Geschichte der Physik (Leipzig 1879), S. 600. An beiden Stellen mit Abbildungen.

2) Bd. I, S. 75, Fig. 30 und S. 83, Fig. 38 und 39, sowie endlich S. 85, Fig. 40.

3) Bürgi (oder Burgi, Borgen), geb. 1552 zu Lichtensteig in der Schweiz, gest. 1632. Bürgi war Hof-Uhrmacher des Landgrafen Wilhelm IV. von Hessen in Cassel, Kammer-Uhrmacher des Kaisers Rudolph II. in Prag etc. etc.

4) Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie. Bd. IV, S. 586—593.

Pendeluhr vor Galilei verfertigt habe, so dass Gerland überhaupt (S. 613 a. a. O.) zu dem bestimmten Schlusse gelangt:

„Bürgi[1]) und Treffler haben an der Erfindung der Pendeluhr nicht den geringsten Antheil."

Bezugnehmend auf Bd. I, S. 32 (zweite Auflage der Allgemeinen Maschinenlehre bleibt daher nur noch übrig, über die Priorität Huyghens' oder Galilei's zu entscheiden, wozu wir wieder Dr. Gerland zur Hülfe nehmen und dabei vorstehende Fig. 517 benutzen, welche wir Gerland's Berichte: „Die historischen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung vom Jahre 1876", S. 22 entnehmen, woselbst diese Abbildung mit Fig. 6 bezeichnet ist und den Entwurf Galilei's zu einer Pendeluhr darstellen soll. Bemerkt wird dabei, dass diese Figur eine genaue Copie der Zeichnung in kleinerem Maassstabe wiedergiebt, welche (1876 in London) mit den hinterlassenen Apparaten Galilei's ausgestellt war und zwar unter Nr. 2282, 8, 411) des deutschen Kataloges[2]).

Hierbei ist *AA* das gewöhnliche in einer Vertikal-Ebene schwingende (sogenannte) Kreispendel[3]). Schwingt dasselbe (wie in Fig. 517) nach links, so hebt es mittelst eines Dornes *B* den Sperrhaken *C* aus dem Sperrrade *E* aus. Letzteres setzt sich in Bewegung, so dass oben seine Zähne nach rechts gehen, wodurch der an *E* befindliche Stift in Berührung mit einem zweiten Dorne *D* kommt, an diesem herabgleitet und ihm abschnappend einen Stoss giebt, dadurch dem Pendel an Kraft ersetzend, was ihm durch die Schwingung verloren gegangen war. Bei der fortgesetzten Bewegung des Pendels nach rechts legt der Dorn *B* den Sperrhaken wieder auf *E* und dies gleitet so lange weiter, bis der folgende Zahn zur Berührung mit dem Haken kommt. Dann ist aber auch Alles zur folgenden Schwingung vorbereitet.

Bemerkt wird überdies ausdrücklich, dass das angegebene Räderwerk wie bei den Uhren sicherlich zur Verlangsamung der Bewegung des Gewichtes oder der Feder bestimmt war, wovon jedoch in unserer Abbildung weder das Eine noch das Andere sichtbar ist.

Eine Triebkraft fehlte also, so dass das Pendel von selbst zur Ruhe kommen musste, wenn das vorhandene Schwingungsvermögen durch Reibung und Luftwiderstand aufgezehrt war. Hiernach darf man sich nicht wundern,

1) Merkwürdiger Weise hielt seiner Zeit der Uhrmacher Berthoud in Paris, als Künstler seines Faches eine Autorität, in seiner schätzbaren „Histoire de le mesure du temps", Paris 1802, I, pag. 37 noch für wahrscheinlich, dass Bürgi der Erfinder der Pendeluhren sei. Dasselbe wird endlich auch von dem rühmlichst bekannten deutschen Astronom Bode in seinem astronomischen Jahrbuche von 1816 wiederholt.

Man sehe hierüber auch die bereits genannte Geschichte der Physik von Poggendorff, S. 611 etc.

2) Bericht über die Ausstellung wissenschaftlicher Apparate im South Kensington Museum zu London 1876, zugleich vollständiger und beschreibender Catalog der Ausstellung. Im Auftrage des königlich grossbritann. Erziehungsrathes zusammengestellt von Rud. Biedermann. London 1877.

3) Der Verfasser folgt nun wörtlich der von Herrn Dr. Gerland gegebenen Beschreibung.

wenn sowohl der Holländer J. H. van Swinden[1]) und der Deutsche S. Günther[2]) wohl zugeben, dass Galilei das Pendel zuerst mit einem Zählwerke versehen habe, Beide jedoch den Holländer Huyghens (wie bereits auch Bd. I, S. 32, zweite Auflage der Allgemeinen Maschinenlehre behauptet wurde) für den eigentlichen Erfinder der Pendeluhr halten.

Ehe wir jedoch hier die Schlussantwort der Frage bilden, entlehnen wir Dr. Gerland noch Folgendes aus Bd. IV, S. 597 der Wiedemann'schen Annalen etc. und aus dessen Episode: „Die Erfindung der Pendeluhr" in Westermann's Monatshefte, August 1884, S. 683.

Aus beiden Quellen (die Angaben zusammengefasst) geht hervor, dass bis zum Jahre 1641 alle mit Pendeln versehenen Apparate nur Zählwerke waren, deren Pendel durch von Zeit zu Zeit ertheilte Stösse im Gange erhalten werden mussten. Erst aus einem Berichte des toskanischen Ingenieurs Viviani[3]), eines Schülers und treuen Freundes Galilei's, welchen derselbe am 20. August 1659 an den Prinzen Leopold von Medici erstattete, als sein greiser Lehrer bereits erblindet war, geht hervor, dass Galilei im Jahre 1641 auf den Gedanken kam, das Pendelzählwerk zu einer Pendeluhr zu gestalten.

Nur Viviani und seinem unehelichen Sohne Vincenzio Galilei, die allein beim Meister noch Zutritt hatten, theilte der Letztere mit[4]), „dass, wenn er das Pendel an die Uhr mit Gewichten oder an die Uhr mit der Feder anbringen könne, um sich dieser statt des gewohnten Zeitregulators zu bedienen, die gleichmässige und natürliche Bewegung seines Pendels alle künstlichen Mängel in seiner Uhr corrigiren würde".

Nach dieser wörtlich wiedergegebenen Aussage Viviani's berichtet Dr. Gerland weiter wie folgt:[5])

1) Verhandeling over Huyghens als uitvinder der slinger-nurwerken. Verhandelingen der eerste klasse van het kon. Nederl. Institut van wetenschappen. 3. deel. Amsterdam 1817 und daraus Dr. Gerland a. a. O., Bd. IV der Wiedemann'schen Annalen der Physik und Chemie.

2) Vermischte Untersuchungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften. Leipzig 1876. Cap. VII. Quellenmässige Darstellung der Erfindungsgeschichte der Pendeluhr bis auf Huyghens. Daraus ebenfalls wieder Dr. Gerland a. a. O.

3) Viviani, geb. zu Florenz 1622 und gestorben ebendaselbst 1703, zeigte schon in frühen Lebensjahren so viel Talent zur Mathematik und Physik, dass sich Galilei bewogen fand, ihn gewissermaassen als Sohn anzunehmen und zu unterrichten. Durch Viviani wurde Galilei der Genuss bereitet, wenigstens seine letzten Lebenstage in liebenswürdiger Umgebung und in passender Unterhaltung zuzubringen. Als im Jahre 1841 der Grossherzog Leopold II. von Toskana dem Galilei in Florenz eine monumentale Statue errichten liess, war diese von seinen vier berühmten Schülern Cavalieri, Castelli, Toricelli und Viviani umgeben. Ausführung in des Verfassers „Geschichte der techn. Mechanik", S. 87 und 89 (in den Noten).

4) Wörtlich nach Dr. Gerland in den vorher citirten Westermann'schen Monatsheften.

5) A. a. O., S. 683.

„Galilei entwarf demgemäss in Gedanken einen Apparat, der die Einrichtung verwirklichen sollte, und dictirte die Zeichnung desselben seinem Sohne Vincenzio, der danach das (vorher) in Fig. 517 reproducirte Modell entwarf. Nach des Vaters Tode beabsichtigte Vincenzio, dessen hinterlassene Idee auszuführen, kam aber erst 1649 (also 7 Jahre nach Galilei's Tode, da dieser 1642 starb) dazu, damit den Anfang zu machen. Bis dahin war sie sorgfältig geheim gehalten, und auch jetzt liess er sich nur die einzelnen Theile von einem Schlosser Namens Domenico Ballestri anfertigen und setzte sie dann selbst zusammen. Er war so weit gekommen, dass er und Viviani sich von der Richtigkeit des Galilei'schen Gedankens zu überzeugen im Stande war; aber noch ehe er den Apparat hatte vollenden können, raffte ihn am 16. Mai 1649 ein hitziges Fieber weg, und die Uhr wurde 1668 von seiner Wittwe Sextilia Bochineri in einer Auction mit anderen verkauft, ohne dass anzugeben wäre, wohin sie gekommen."

Hieran müssen wir noch folgende Bemerkungen des Herrn Dr. Gerland reihen, welche derselbe in seiner ausführlichen, höchst gründlichen Abhandlung (in Wiedemann's Annalen Bd. IV, 1878, S. 599 etc.) macht und welche folgendermaassen lauten:

„Huyghens hatte indessen, ohne von Galilei's Entwurfe zu wissen, im Jahre 1656 das Pendel der Uhr zugefügt, erst zwei Jahre später, also 1658, aber in seiner Schrift „Horologium" seine Construction veröffentlicht. Dieselbe schliesst sich der damals üblichen viel enger an wie die Galilei's. Huyghens ersetzte einzig und allein die Unruhe durch das Pendel, wodurch natürlich einige Umlagerungen der Theile nöthig wurden, die indessen Huyghens vielleicht nicht einmal zuerst vornahm. Schon dieser Umstand spricht allein dafür, dass seine Idee von der Galilei's ganz unbeeinflusst ist."

Aus Allem hält sich der Verfasser der Allgemeinen Maschinenlehre für berechtigt, zu erklären, dass Galilei zwar die Idee zu einer Pendeluhr gehabt hat, sein Sohn sich auch bemühte, diese Idee des Vaters durch Herstellung eines Modells zu verwirklichen, dass diese Ausführung aber niemals dahin gelang, solche als eine praktisch brauchbare Pendeluhr betrachten zu können.

Die Herstellung (Erfindung) einer Pendeluhr, die man sogleich als brauchbaren Zeitmesser anerkannte, die nicht wieder verschwand, sondern bald Gemeingut aller civilisirten Menschen wurde, ist ausschliesslich dem holländischen Gelehrten, Physiker, Mathematiker und Astronomen Christian Huyghens (Hugenius) zuzuschreiben[1]).

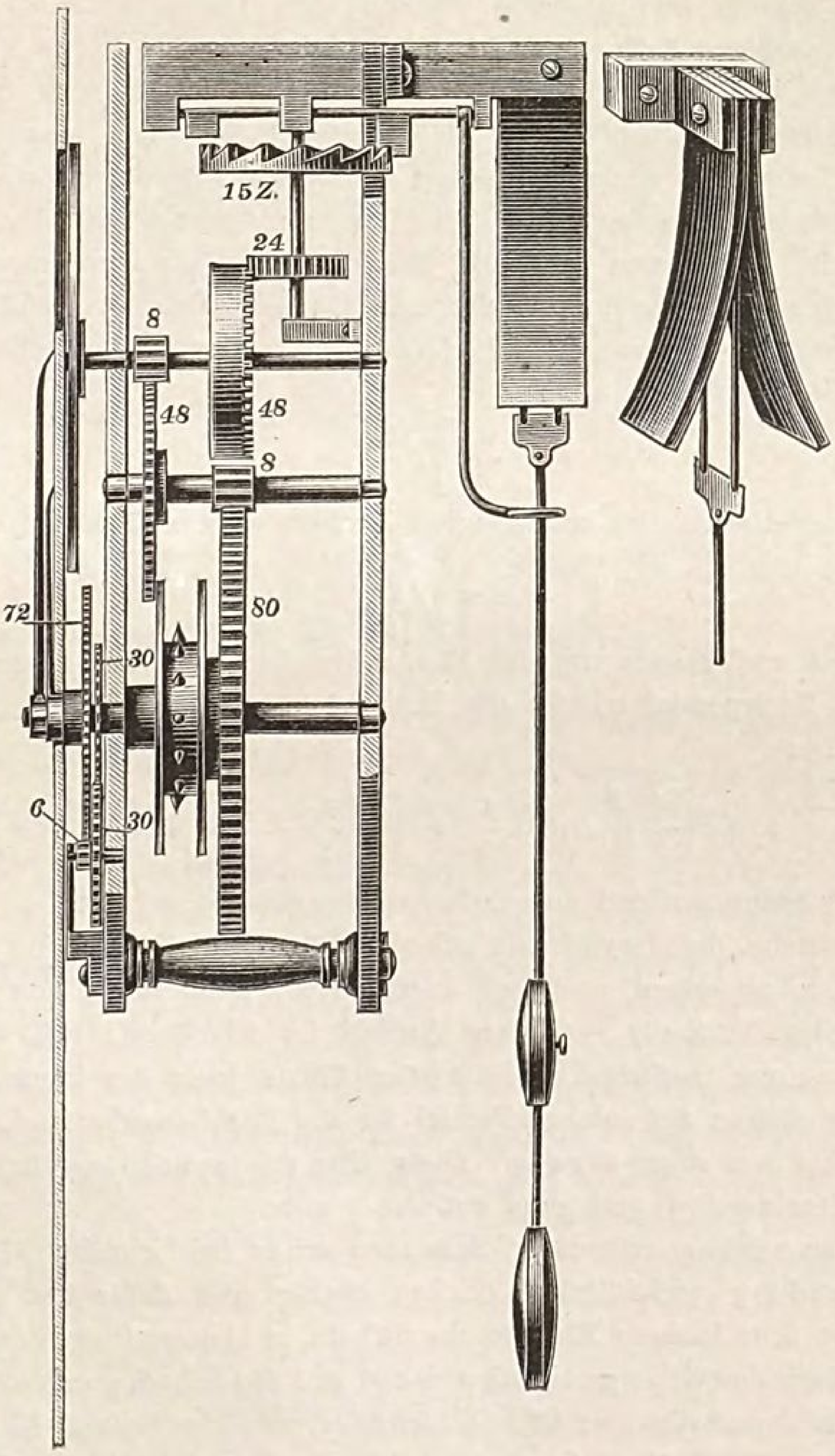
Nachdem Huyghens erkannt hatte, dass seine erste Pendeluhr[2]) nur angenähert isochrone Schwingungen machte, suchte er dies durch geeignete Verbesserungen zu erreichen und zwar dadurch, dass er den obersten Theil der Pendelstange aus einer sehr biegsamen Schnur herstellte und diese

1) Huygens wurde 1629 zu Haag geboren und starb 1695 ebendaselbst. Seine Biographie hat der Verfasser in seiner „Geschichte der technischen Mechanik" S. 100 etc. geliefert.

2) Abgebildet in Dr. Gerland's (zuletzt über die Erfindung der Pendeluhr geschriebenen) Abhandlung, Augustheft 1884, S. 680 der Westermann'schen illustr. deutschen Monatshefte.

Schnur zwang, zwischen zwei aus Blech gebildeten, nach einer Cykloide gekrümmten Backen zu schwingen, wie dies Fig. 518 darstellt, welche der Verfasser nach den Abbildungen in dem Hauptwerke des holländischen Meisters, welches 1673 in Paris erschien, zeichnen liess und welches betitelt ist: „Christiani Hugenii Horologium oscillatorium sive de motu pendulorum ad horologia aptato demonstrationes geometricae".

Fig. 518.



Von der ersten Pendeluhr, auf die er am 16. Juni 1657 ein Patent nahm, unterscheidet sich die Uhr unserer Abbildung Fig. 518 ausser den cykloidischen Backen[1]) noch dadurch, dass (hier) die Lappenspindel und das Hemmungsrad beide horizotal liegen, statt vertikal in der ersten Pendeluhr vom Jahre 1656

1) Der zuerst von Huyghens gelieferte Beweis, dass bei rechter Anordnung.

Vergleicht man diese Zeichnung mit irgend einer der heutigen Pendeluhren ohne cykloidische Backen, wobei die Lappenspindel-Hemmung in Anwendung gebracht ist, so erkennt man sofort, dass Huyghens in der That die Hauptaufgabe eines echten Erfinders gelöst, d. h. ein Werk geschaffen hat, was Gemeingut der Menschen und eine der verbreitetsten Maschinen auf der Erde geworden ist[1]).

die gemeine Cykloide im luftleeren Raume eine Tautochrone oder Isochrone (Linie des gleichzeitigen Fallens) sei, d. h. dass der unterste tiefste Punkt der in vertikaler Ebene liegenden hohlen Curve beim Herabfallen stets in derselben Zeit erreicht wird, wo auch immer die Bewegung beginnen mag, findet sich jetzt in jedem Lehrbuche der analytischen (rationellen) Mechanik wiedergegeben.

Der Verfasser hat diesen Beweis auch in seiner „Geschichte der technischen Mechanik", S. 92, aufnehmen müssen. Bezeichnet a den Durchmesser des die Cykloide erzeugenden Kreises, so findet man für die Zeit $= t$, welche ein materieller Punkt braucht, um von irgend einem Punkte der cykloidischen Bahn bis zur tiefsten Stelle herabzugleiten zu

$$t = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{2a}{g}},$$

sowie wenn r der Radius des erzeugenden Kreises, also $a = 2r$ ist:

$$t = \pi\sqrt{\frac{r}{g}},$$

d. h. die Zeit ist unabhängig von der Länge des durchlaufenen Bogens, was bekanntlich beim Kreispendel nicht der Fall, vielmehr (nach Bd. I, S. 37, Note) diese Zeit $= t$ ist:

$$t_1 = \pi\sqrt{\frac{r}{g}}\left\{1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 sin.^2 \frac{1}{2}\alpha + \left(\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\right)^2 sin.^4 \frac{1}{2}\alpha \ldots\ldots\right\}$$

sobald α den Erhebungswinkel des einfachen Pendels bezeichnet.

Ueber Versuche, die Huyghens'sche Idee, das Pendel zwischen cykloidischen Backen schwingen zu lassen, praktisch auszuführen, handelt ein von Stampfer (am Wiener Polytechnikum) verfasster Artikel im 20. Bande (1839) der Jahrbücher des genannten Institutes. Stampfer führte trotz der kaum zu gewältigenden Schwierigkeiten ein solches Pendel für die Rathhausuhr in Lemberg (für Elongationswinkel von $\alpha = 6^0$) aus. Diese Uhr zeigte einen vorzüglichen Gang, bis sie vom Blitze zerstört und ganz entfernt wurde.

Erwähnt zu werden verdient es, dass man schon bei Lebzeiten Huyghens' von der Verwendung cykloidischer Backen abging und dafür nur gewöhnliche Kreispendel mit sehr kleinen Elongationswinkeln in Anwendung brachte. (Den Einfluss der Grösse der Elongationswinkel auf die Schwingungszeit des Kreispendels lehrt nicht nur die hier in's Gedächtniss gerufene Formel für die Zeit t_1, sondern auch eine Bd. I, S. 39 (zweite Auflage) mitgetheilte kleine Tabelle, auf welche wir ganz besonders verweisen möchten.)

1) Den in Fig. 518 eingeschriebenen Zähnezahlen der Räder entsprechend ist das vorhandene Pendel ein Secundenpendel, in dem, wenn der Minutenzeiger pro Stunde einen Umlauf verrichtet, das Pendel pro Stunde, wie ganz richtig, $\frac{80}{8}\cdot\frac{48}{8}\frac{48}{24}\cdot 15\cdot 2 = 3600$ Schwingungen macht.

Der Verfasser benutzt jetzt noch die Gelegenheit, eine geschichtliche Angabe des ersten Bandes seines Werkes (zweite Auflage, S. 32) nämlich die zu berichtigen, dass der Dr. Hooke, der Erfinder der Spiralfeder, als Mitregulator der Unruh-Uhren bezeichnet wurde.

Letzteres ist unrichtig und rührt daher, dass sich Dr. Hooke alle in seinem Leben von Anderen gemachten mechanischen und physikalischen Erfindungen anzueignen suchte, so dass ihn Prof. Wolf in seiner bereits S. 116 erwähnten Geschichte der Astronomie (S. 461, Note 1) „einen wissenschaftlichen Raubritter" nennt.

Ueber Huyghens' Charakter und wissenschaftliche Leistungen ist dagegen nur das beste, einstimmige Lob vorhanden, so dass beispielsweise Newton seiner nie ohne den Beinamen des Grossen (Summus Huyghens) erwähnt und von dessen Entdeckungen immer mit besonderer Bewunderung spricht.

Ueber Huyghens' (zweifellose) Erfindung der Spiralfeder, als (zweites) Regulirungsmittel neben der Unruh tragbarer Uhren, handelt ein Aufsatz des Verfassers in Nr. 17 des Hannoverschen Wochenblattes für Handel und Gewerbe vom Jahre 1881 (25. April), dessen Stoff besonders den Londoner Philosophical Transactions vom Jahre 1675, Nr. 112 und 113, entlehnt wurde.

Nachtrag Nr. II zu Bd. I, Seite 73, Ende §. 21.

Das Torsionspendel.

Zu den drei allgemein bekannten Uhrenregulatoren[1]), die Unruh (Balance) §. 15 Bd. I (zweite Auflage), das Kreispendel §. 11 und das Kegelpendel (Centrifugalpendel) §. 15, ist seit einigen Jahren beliebt worden, noch das Torsionspendel zu fügen. In der zweiten Auflage von Bd. I S. 94 der Allgemeinen Maschinenlehre wurde von diesem Pendel nur der eigenthümlichen Anwendung gedacht, in Verbindung mit der Lappenspindelhemmung als (besonders in England üblicher) Bratenwender zu dienen, während der ganze Mechanismus (später und jetzt noch) auch als Drehwerk mit langsamer Bewegung um eine vertikale Achse benutzt wurde, um geeignete Gegenstände für Schaufenster der Verkaufsgewölbe zu exponiren[2]).

1) Auch die sogenannten Windfänge sind für kurze Zeiten als Regulirungsmittel zu benutzen, wie die Beispiele Figuren 30, 33 und 43 (bei Schlagwerken) erkennen lassen.

2) Die allererste Anwendung von Torsionspendeln scheint 1777 der französische Ingenieur, Physiker und Mathematiker Coulomb gemacht zu haben und zwar als Drehwaage für physikalische Zwecke. Er zeigte zuerst, dass das statische Moment einer in R Entfernung von der Drehachse wirkenden Drehkraft: $PR = \mu\alpha \frac{D^4}{L}$ ist, wenn D den Durchmesser eines tordirten Drahtes, L dessen

Um die Herstellung (Construction) eines vollständigen Uhrwerkes mit Torsionspendel und Lappenspindel-Hemmung bemühte sich von 1871 an ein Laie der Uhrmacherkunst, der Landgutbesitzer Harder[1]) mit Namen in Ransen bei Steinau a. O., während nachher, währscheinlich gegen das Ende der 70er Jahre, den Vertrieb dieser Uhren vorzüglich die Firma Etzold & Popitz in Leipzig übernahm.

Harder's Gedanke bei der Construction seiner Uhr mit Torsionspendel gipfelt in der Thatsache, dass die äusserst langsamen Schwingungen dieses Pendels (eine Schwingung in der Zeit von 15 Secunden bis 1 Minute) zur Unterhaltung der Oscillationen nur eine überraschend geringe Kraft verbrauchten, ferner dass bei einer solchen Uhr die (sogenannte) Uebersetzungszahl zwischen dem Hemmungsrade und der Minutenwelle (deren Zeiger unter allen Umständen pro Stunde einen ganzen Umlauf machen muss) zu einer möglichst kleinsten herabgezogen wird.

Grossmann berichtet beispielsweise in Nr. 10 der deutschen Uhrmacherzeitung vom 12. Mai 1682, S. 73, dass bei einer Harder'schen Uhr mit Torsionspendel, wobei die an der dünnen (Torsions-)Stahlfeder aufgehangene (horizontal gerichtete) Pendelscheibe 3 kg Gewicht und 19 cm Durchmesser hatte, zur sicheren Unterhaltung der Bewegung dieser grossen Masse ein einziges Gewicht von $^2/_3$ g, direct wirkend, vollkommen ausreichte. Von diesem $^2/_3$ Gramm verzehrt die Reibung im Zeigerwerke die Hälfte, so dass die Unterhaltung der Schwingungen allein mit dem Gewichte von $^1/_3$ g bewirkt wird.

Um ein richtiges Urtheil über die Uhren mit Torsionspendel zu gewinnen, hat der Verfasser (kürzlich) ein sehr schönes, vortrefflich gearbeitetes Exemplar einer solchen von der Jahresuhren-Fabrik, Actien-Gesellschaft in Trieberg (im badischen Schwarzwalde), für die Maschinenmodellsammlung der Technischen Hochschule in Hannover bezogen, wovon Beobachtungs- und beziehungsweise Versuchs-Resultate seiner Zeit an geeigneter Stelle veröffentlicht werden sollen.

Nachtrag Nr. III zu Bd. I (Ende §. 24).

Elektrische Uhren.

Seit dem Erscheinen der zweiten Auflage des Bandes I (1875) haben die daselbst (S. 84) erwähnten elektrischen Uhren des Directors der Neuenburger (Neuchâteler) Fabrik für Telegraphie

Länge, α den Drehwinkel und μ eine für verschiedene Substanzen verschiedene Constante bezeichnet. Man sehe auch des Verfassers „Geschichte der techn. Mechanik“, S. 242 und 243.

1) In Grossmann's (seiner Zeit Director der Uhrmacherschule zu Glashütte in Sachsen) „Notizkalender für Uhrmacher“, Jahrg. 1881, S. 81, giebt ein Herr R. Rosenkranz in Leipzig die erste Abbildung und Beschreibung einer solchen Uhr. Weitere Nachrichten lieferte Grossmann selbst im Jahrgange 1882, S. 73, unter der Ueberschrift: „Herr Harder und seine Jahruhr mit Torsionspendel“.

und elektrische Apparate, des Herrn Dr. M. Hipp, eine derartige Anerkennung und Verbreitung gefunden, dass der Verfasser sich freut, im Interesse der Sache und Aller, welche sein Buch benutzen, folgende Ergänzungen liefern zu können, wobei die unten verzeichneten literarischen Quellen [1]) benutzt wurden, die zugleich als die besten, den fraglichen Gegenstand betreffend, zu bezeichnen sind.

Herr Dr. Hipp unterscheidet erstens elektrische Pendeluhren, zweitens elektrische Regulatoren und drittens sympathische Uhren, eine Eintheilung, die als höchst angemessen zu bezeichnen ist [2]).

Elektrische Pendeluhren sind hiernach solche, welche selbstständig durch Elektricität im Gange erhalten werden, wo die Elektricität an die Stelle eines Gewichts oder einer Feder tritt. Mit dem Namen Regulatoren bezeichnet man solche elektrische Uhren, welche von Zeit zu Zeit durch elektrischen Contact eine Stromemission veranlassen, um dadurch andere Uhren im Gange zu erhalten, oder mit anderen Worten, welche einer beliebigen Anzahl Uhren die Zeit telegraphisch mittheilen. Diese Regulatoren können sowohl gewöhnliche Uhren (mit Gewichten und Federn als Triebkraft), oder auch elektrische Pendeluhren sein.

Sympathische elektrische Uhren nennt Dr. Hipp [3]) diejenigen, welche abhängig sind von einem Regulator, der in gegebenen Zeitintervallen (1 Minute, 1 Secunde) eine Strom-Emission veranlasst und damit auf beliebige Entfernungen den Zeiger einer Uhr vorwärts treibt [4]).

1) 1. Dr. H. Schneebeli, „Die elektrischen Uhren“. Mit besonderer Rücksicht auf die von Hipp construirten Regulatoren und Zeigerwerke. Zürich, 1878.

2. Dr. M. Hipp (Direktor der Telegraphen-Fabrik in Neuchâtel), „Die Elektricität als Motor für Uhren“. Deutsche Uhrmacherzeitung, III. Jahrgang (1879), S. 87, 109, 128, 149, 171, 206 und 222. Fortsetzung im IV. Jahrgang (1880) derselben Zeitschrift, S. 13, 36, 65, 85, 111 und 164.

3. Dr. Tobler, „Die elektrischen Uhren“. Wien, Hartleben's Verlag, 1883.

4. Dr. Hirsch, „La pendule électrique de précision de M. Hipp“. Neuchâtel, 1884.

5. „Les horloges électriques de M. le Dr. Hipp“. Neuchâtel 1884.

6. Merling, „Die elektrischen Uhren“. Braunschweig, 1884.

2) Deutsche Uhrmacherzeitung. IV. Jahrgang, 1880, Nr. 5, S. 36 und Nr. 19, S. 164 desselben Jahrganges.

3) Deutsche Uhrmacherzeitung, Jahrgang IV (1880), S. 14.

4) Eine etwas andere Erklärung, was man unter sympathischen Pendeluhren (nach Jones) zu verstehen habe, giebt der Uhrmacher Bröcking in Hamburg (Uhrmacherzeitung, Jahrgang I [1877], Nr. 7, S. 36). Wir kommen nachher auf diesen Gegenstand zurück.

Soweit es hier der Zweck erfordert und der Raum gestattet, werde diese Eintheilung der elektrischen Uhren in drei Arten durch nachstehende Specialitäten ergänzt.

Fig. 519.

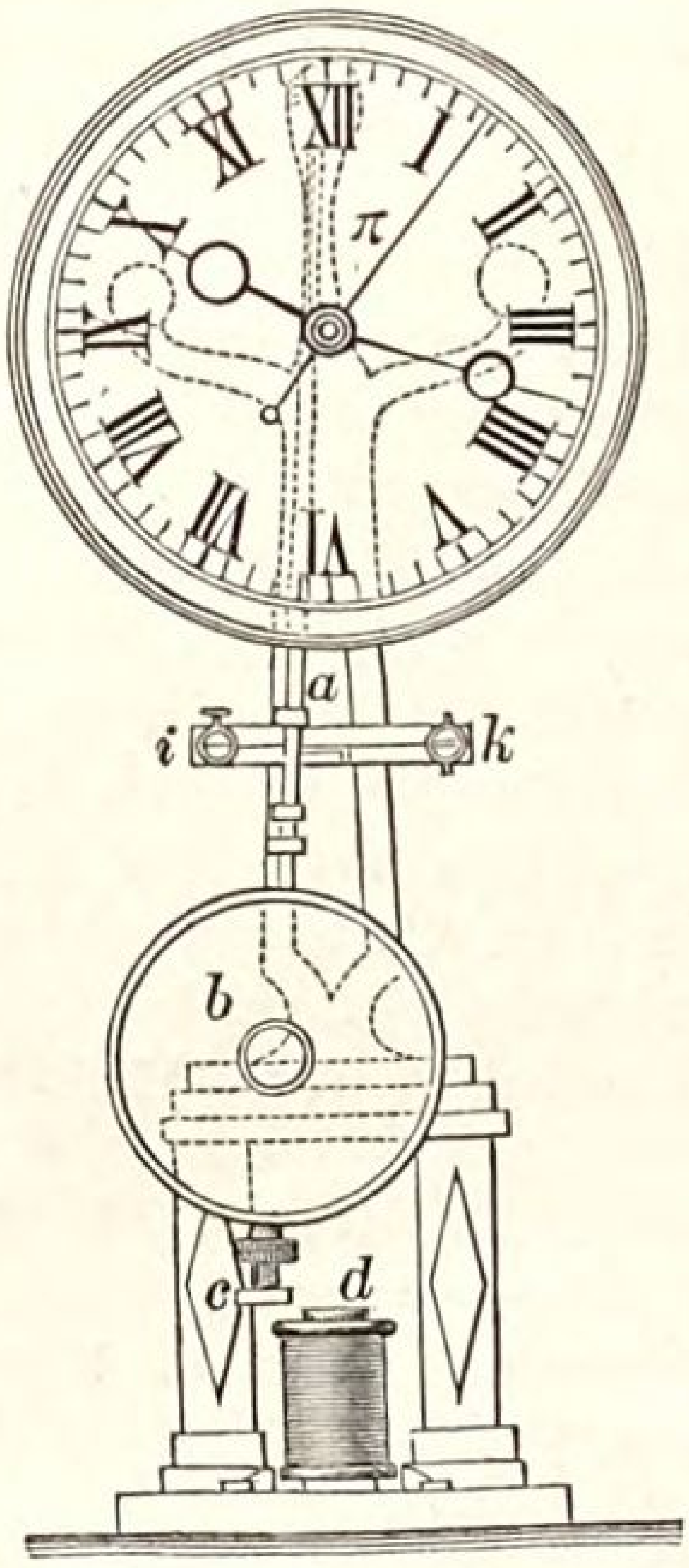


Fig. 520.

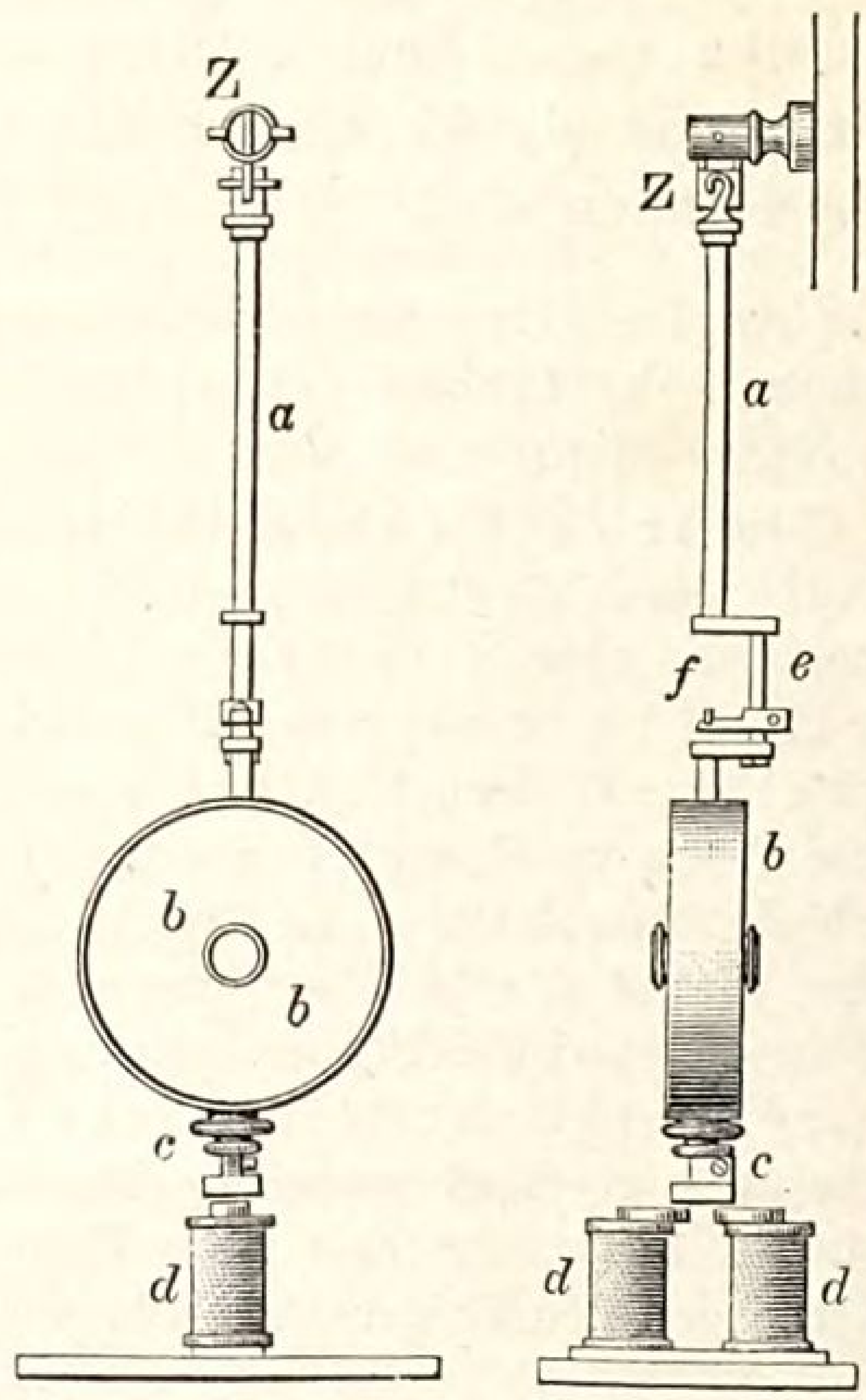


Fig. 519 und 520 zeigt die erste Art dieser Uhren und zwar nach Hipp's Anordnung

1. eine elektrische Pendeluhr.

Gleiche Theile sind in den Abbildungen überall mit denselben Buchstaben bezeichnet. Ohne Weiteres erkennt man *a* als die Stange eines in *Z* aufgehangenen Kreispendels, dessen Linse *b* ist, und wobei erwähnt werden mag, dass Dimensionen und Gewichte des Pendels so bemessen sind, dass es halbe Secunden schlägt[1]). Das unterste Ende der Pendelstange trägt einen kleinen Anker *c* von weichem Eisen, welcher möglichst nahe über den Polen eines aufrecht stehenden zweischenkligen Elektromagnets *dd* mit dem Pendel hin- und herschwingt.

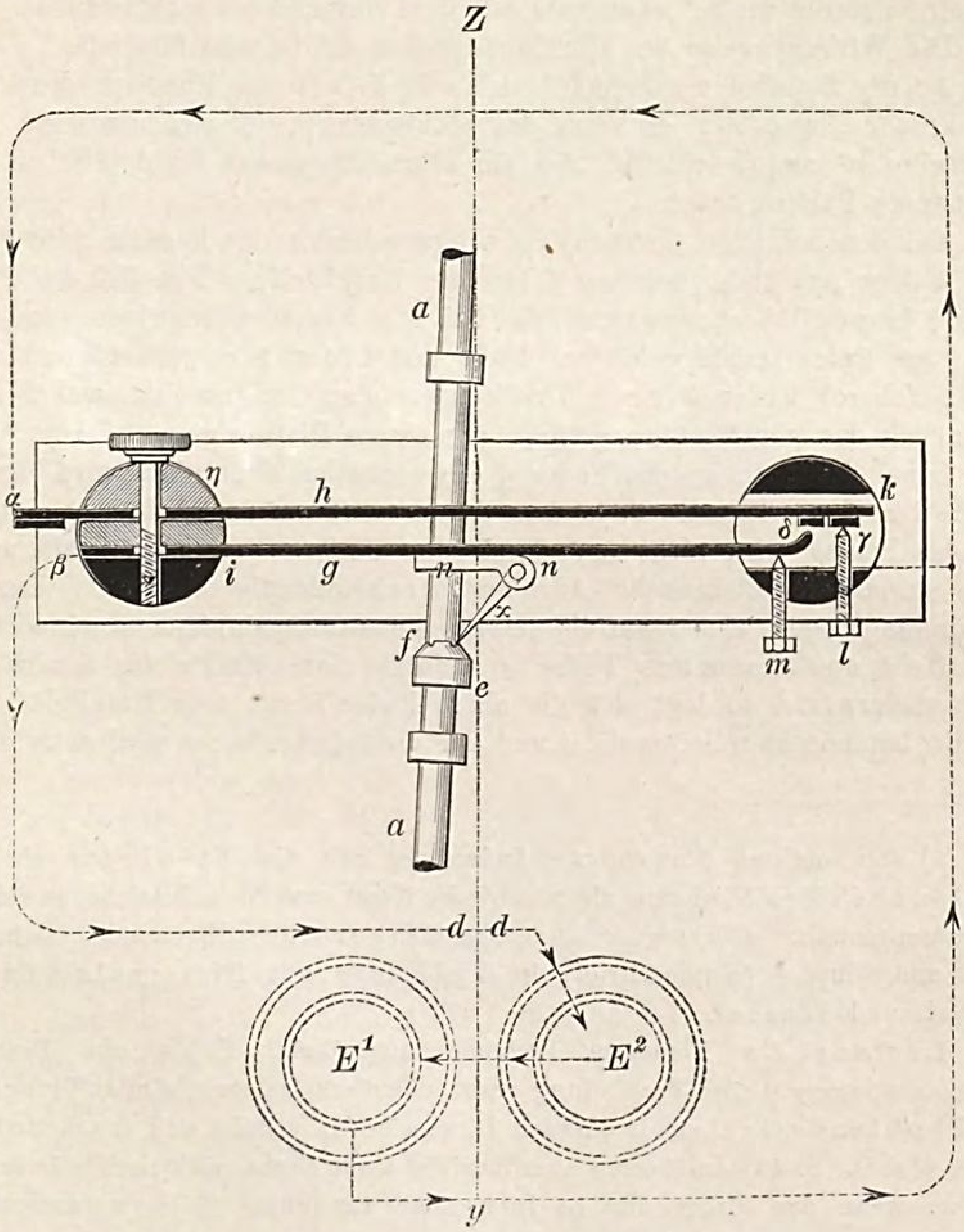
Die Wirkungen des Stromes bestehen nun darin, die Schwingungen des Pendels annähernd gleich zu erhalten, demselben also immer einen Bewegungsantrieb zu geben, wenn der Schwingungsbogen auf eine gewisse Grenze herabsinkt.

1) Der Verfasser benutzt hier besonders das S. 659 in der Note mit Nr. 3 angegebene Buch des Dr. Tobler, da dieser Herr (wie auch der Verfasser) dem Dr. Hipp ebenfalls gütige direkte Mittheilungen (Tobler, a. a. O., S. 75) über die werthvollen elektrischen Uhren verdankt.

Um aber den Elektromagnet *dd* in Thätigkeit zu setzen, ist die in Fig. 521 in grösserem Maassstabe gezeichnete Contactvorrichtung (Stromunterbrecher) erforderlich.

Wie aus der Seitenansicht Fig. 520 erhellt, ist die Pendelstange *a*, ungefähr in der Mitte, mit einem sogenannten Kropfe *e* ausgestattet, der zugleich zur Aufnahme eines Aermchens *f* dient, an welchem ein kleines Stück glasharten Stahles befestigt ist; beide Theile *e* wie *f* sind auch auf Fig. 521 zu finden, deren Theile nur speciell erörtert werden sollen.

Fig. 521.



Die gedachte Kröpfung *e* der Pendelstange dient nun dazu, für die Contactvorrichtung *ik* den erforderlichen Raum zu schaffen und in geeigneter Weise auf das Pendel wirken zu können.

Die Contactvorrichtung ist folgendermaassen angeordnet:

Zwei Stahlfedern *g* und *h* sind ohne die Pendelstange *a* (selbst) zu berühren am Gestelle der Uhr und zwar unter Einschaltung eines Messing-

stutzens *i* befestigt. Durch eine aus Hartgummi gebildete Isolirmasse η werden beide Federn gehörig von einander getrennt, während ihre beiden (linken) Enden α und β mit entsprechenden Polen der elektrischen Batterien E^1 und E^2 in Verbindung gesetzt sind[1]).

Während nun in der gezeichneten Stellung der Stromkreis unterbrochen ist, sind die Spulen *d d* der Elektromagnete in sich geschlossen. Um letzteres (das Ausserthätigkeitsetzen) zu bewerkstelligen, ist die obere Feder *h* (an ihrem rechts gelegenen Ende) durch einen Platinacontact γ an der Spitze des Metallschräubchens *l* mit dem Stutzen *k* in leitende Verbindung gesetzt, welcher letzterer wieder seinerseits mit dem Stromkreise verbunden ist.

Die Wirkungsweise des Elektromagneten *d d* ist nun folgende.

An der Stahlfeder *g* befindet sich seitlich von der Ruhelage des Pendels und in der Ebene des letzteren das Stahlstück *n*, in welchem eine kleine Drehachse n^2 angebracht ist, die ein schmiedeeisernes Stahlplättchen λ, die sogenannte Palette, trägt.

Bei den normalen (grossen) Schwingungsbogen des Pendels wird die Palette λ über das Stahlstückchen *f* (an der Kropfstelle *e* Fig. 520 der Pendelstange) hinweggleiten, wogegen sich bei den kleinsten Schwingungen λ auf *f* legt, das freie (rechts gelegene) Ende der Feder *g* emporhebt und an die zweite (obere) Feder *h* einen Druck nach oben hin ausübt, wobei zu beachten ist, dass die Berührungsstelle mit einem Platincontacte δ versehen ist.

Sobald aber die untere Feder *g* die obere bei δ berührt, wird der elektrische Strom geschlossen, d. h. derselbe circulirt um den Elektromagneten *dd*, und das Pendel wird nicht nur durch den Einfluss der Schwerkraft, sondern auch durch die elektrische Anziehungskraft derartig angeregt, dass sein Schwingungsbogen wieder auf die ursprüngliche (normale) Grösse gebracht wird.

Geht nun die untere Feder *g* dadurch, dass die Palette δ wieder frei wird, niederwärts, so legt sich die obere Feder *h* mit dem Metallplättchen γ auf die leitende Metallschraube *l* und der elektrische Strom wird unterbrochen.

1) Am meisten Anwendung finden zur Zeit die Meidinger'schen und Leclanché'schen Elemente als motorische Kraft zum Uhrenbetriebe, in Batterien zusammengestellt. Die sogenannten Meidinger'schen Elemente bestehen aus Zink und Kupfer (Kupfervitriol) in Verbindung mit Bittersalz (Magnesiasulphat) und Wasser.

Leclanché's Elemente bestehen aus Zink, Kohle und Braunstein (Mangansuperoxyd) in Verbindung mit chemisch reiner Salmiaklösung. Für Zinkkohlenbatterien in grossen Dimensionen, welche sich (nach Schneebeli, a. a. O., S. 43) am besten zum Betriebe eines Netzes elektrischer Indicatoren eignen, wenn der Strom nur in Intervallen für kurze Zeit geschlossen wird, empfiehlt man auch eine Füllung, bestehend aus

3 Theilen Salmiak,
1 Theil Kochsalz und
20 Theilen Wasser.

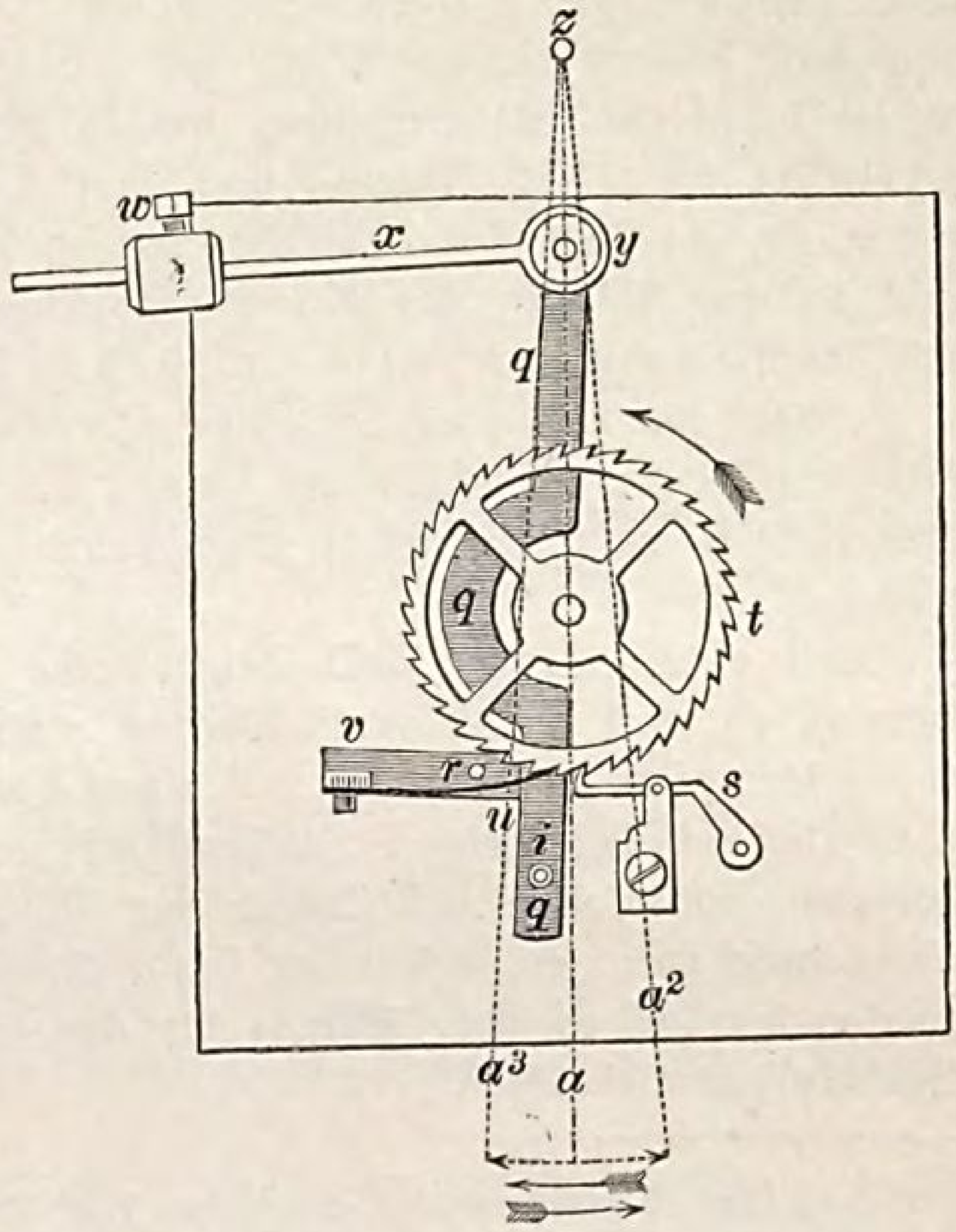
Ausführliches über die zur Erzeugung eines galvanischen Stromes gebräuchlichsten Apparate findet man in Bd. I, 5. Capitel (Galvanische Elemente) der Elektricitätslehre v. G. Wiedemann. Braunschweig, 1882.

Diese Anordnung bietet zugleich den Vortheil, dass an der Unterbrechungsstelle des Stromes kein Ueberspringen von Funken stattfindet[1]).

Unsere Beschreibung der Hipp'schen elektrischen Pendeluhr ist nun so weit gediehen, dass nur noch die Bewegung des Secundenzeigers π (Fig. 519) zu erörtern bleibt, wozu wir die besonders gezeichnete Fig. 522 benutzen.

Das um den Aufhängepunkt z schwingende Pendel $a^3 z$ trifft bei jeder Schwingung nach links an einen Stift i, welcher senkrecht zur Bildfläche an dem nach unten gerichteten in seiner Mitte halbkreisförmig gekröpften Arme $q q$, eines Winkelhebers $q y z$ (mit y als Drehpunkt), befestigt ist[2]). Hat das Pendel seine grösste Erhebung nach links erreicht und beginnt der Rückgang nach rechts (um in die Lage $a^2 z$ zu gelangen), so wird der Stift i wieder frei und das am Arme x des Hebels $x y q$ befindliche Gewicht w treibt den Hebel in seine normale Lage zurück. Am unteren Ende trägt der Winkelhebel $q y x$ eine Schiebevorrichtung, bestehend aus einem Arme v, an welchem eine Feder u befestigt ist, die in die Sägezähne eines Steigrades t greift und die Verschiebung des Rades t bewirkt, sowie ferner an v ein Stift r angebracht ist, um zu verhindern, dass das Steigrad t bei jeder Pendelschwingung um mehr als einen Zahn verschoben wird. Auf der Welle des Rades t ist auch der Secundenzeiger π angebracht[3]), sowie t in der gebräuchlichen Weise durch gehörige Zahnradübersetzungen seine rotirende Bewegung auf den Minuten- und Secundenzeiger der Uhr überträgt.

Fig. 522.



Schliesslich werde noch des besonderen Vorzuges der elektrischen Uhren gedacht, dass man sie nicht aufzuziehen, vielmehr nur die elektrische Batterie in Ordnung zu erhalten braucht.

1) Weiteres hierüber sowohl bei Schneebeli (a. a. O., S. 15) als auch bei Tobler (a. a. O., S. 74).

2) Der niederwärts gerichtete Arm q ist nahe seiner Mitte kreisförmig ausgebogen, um mit der Drehachse eines Steigrades t nicht zusammenzutreffen.

3) Unsere Abbildung zeigt die Rückseite des Zifferblattes, so dass vorn der Secundenzeiger doch, ganz richtig, von links nach rechts marschirt.

2. Die elektrischen Regulatoren.

Bei diesen Uhren (Hauptregulatoren) ist stets das Uhrwerk vom Pendel getrennt und die primitive Triebkraft bildet ein Gewicht, d. h. diese Kraft ist lediglich die Schwerkraft[1]).

Diesem gemäss zerfällt hiernach jeder solcher (Haupt-)Regulatoren in drei Theile, die durch Wellenleitungen mit einander verbunden sind, nämlich erstens in das durch die Schwerkraft (durch ein Gewicht) getriebene Räderwerk; zweitens in die Verbindung von Pendel, Anker und Steigrad (den eigentlichen Regulator), welche Verbindung ihre Triebkraft indirect von dem Räderwerk empfängt; und drittens die Commutator- (Stromwende-) und Contactvorrichtung, welche zwischen Räderwerk und Pendel eingeschaltet ist. Mit Steigrad und Pendel (dem eigentlichen Regulator) ist (lediglich) ein Secunden-Zifferblatt mit springendem Secundenzeiger verbunden und an dem Räderwerke ein gewöhnliches Stunden- und Minuten-Zifferblatt mit ebenfalls sprungweise vorrückendem Minutenzeiger angebracht.

Was die Zahl der in einer Uhrenlinie einzuschaltenden Zeigerwerke (Stations-, Bahnhofs-, Strassen-Uhren) betrifft, so soll diese aus praktischen Rücksichten nach der unten angegebenen Quelle[2]) höchstens 20 bis 25 betragen.

Soll eine grössere Zahl Zeigerwerke durch einen Regulator getrieben werden, so wird es als vortheilhafter bezeichnet, sie in Gruppen zu theilen, deren jede eine Drahtleitung und einen Contact erhält.

Da die zugehörigen Contacthebel nur nach und nach in Thätigkeit kommen, so können die Zeiger der Uhren in den einzelnen Linien nicht gleichzeitig springen, wobei der Unterschied jedoch nur eine oder wenige Secunden beträgt, so dass hieraus für das gewöhnliche praktische Leben kein Nachtheil erwächst[3]).

1) Des Raummangels und des Zweckes der allgemeinen Maschinenlehre wegen, kann der Verfasser auf diese interessanten, aber ohne genaue (grössere) Zeichnungen oder Skizzen, nicht hinreichend zu erklärenden höchst sinnreichen Mechanismen nicht näher eingehen und muss deshalb auf das bereits wiederholt erwähnte Buch von Schneebeli verweisen, dem eine grosse Tafel Abbildungen zur Erklärung der Hauptregulatoren beigegeben ist.

Ferner zu empfehlen ist der Abdruck eines Vortrags des Eisenbahnbauinspectors Houselle, „über die Hipp'schen elektrischen Uhren der Berliner Stadtbahn, welcher sich vorfindet in „Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen". Nr. 132 vom 15. December 1882, S. 275—281.

2) Der von Herrn Hipp für den Centralbahnhof in Hannover gelieferte vortreffliche Regulator (Hauptregulator) reicht für 9 Stations- und Strassenuhren aus. Die betreffenden Zifferblätter der springend bewegten Minutenzeiger haben 0,94 m Durchmesser.

3) Nach einem dem Verfasser vom Herrn Dr. Hipp zugesandten, bis zum Jahre 1884 reichenden Verzeichniss, finden sich in mehreren grossen Städten (Basel, Berlin, Genua, Haag, Madrid, Winterthur, Zürich etc.) für Bahnhofhôtels solche Secundär-Regulatoren, so dass die Zahl der mit springenden Minuten ausgestatteten (Stations-) Zifferblätter 20, 30, 50 bis 65 beträgt.

Es erübrigt jetzt noch, der dritten Art, nämlich der sympathischen elektrischen Uhren zu gedenken, und zwar wählen wir hierzu die des Engländers Jones, dessen Anordnungen, so viel dem Verfasser bekannt ist, auf dem Continente wohl nur in Hamburg und Berlin Anwendung finden[1]).

Auch in Bezug auf diese Uhren muss sich der Verfasser auf die Erörterung in der (s. u. Note 1) angegebenen Quelle beschränken unter Beifügung folgender Erklärung, die ihm von einer Berliner Autorität mitgetheilt wurde und die folgendermaassen lautet:

„Sympathische Uhren (nach Jones) sind mechanische Gewichts- oder Feder-Uhren, deren Pendel mit dem Pendel einer Normaluhr gleichschwingend erhalten wird und zwar durch schwache elektrische Ströme, welche vom Pendel der Normaluhr hervorgebracht und den anderen Uhren durch eine elektrische Leitung zugesandt werden.“

Ueber die Leistungen dieser sympathischen Uhren, als städtische Normaluhren an sechs verschiedenen Stellen der Stadt Berlin[2]) aufgestellt, berichtet namentlich der Director der königl. Sternwarte, Herr Prof. Förster, dahingehend, dass, soweit es sich um die Einhaltung richtiger Zeitangaben bis auf die Minute handelt, diese Uhren befriedigende Leistungen darböten. Die Regulirung dieser Uhren geschieht von der Berliner Sternwarte aus mittelst elektrischer Kabel.

Seit einigen Jahren (1877) bemüht sich auch ein Herr C. A. Mayrhofer in Wien ein elektrisches „Correspondenz-Uhrensystem mit hydropneumatischem Betriebe“ in Staats- und communalen Gebäuden, in Geschäftsbureaux aller Art, in Instituten und selbst in Privatwohnungen einzuführen, wovon der Verfasser mindestens Notiz zu nehmen für Pflicht hält[3]).

Der lithographirten Beschreibung, welche den unten notirten grossen Tafel-Abbildungen beigegeben ist, entlehnt der Verfasser nachstehende Notizen.

1) W. Bröcking, „Ueber elektrische Uhren mit gleichschwingenden (sogenannten sympathischen) Pendeln“. Uhrmacherzeitung vom 6. April 1877, S. 36, mit einer lithographirten Beilage (Berliner Normal-Uhr).

2) Je eine von diesen Uhren befindet sich am Moritzplatze, am Spittelmarkte, am Potsdamer Thore, am Hake'schen Markte, am Oranienburger Thore und am Kammergerichtsgebäude (Lindenstrasse). Weiteres über diese Berliner (Jone's) Normaluhren berichtet der Direktor der Königl. Sternwarte, Professor Förster, in Nr. 11 der deutschen Uhrmacherzeitung von 1879 (Jahrgang III).

3) Zeitschrift des österr. Arch.- u. Ing.-Vereins, Jahrgang 1884, S. 32. — Deutsche Uhrmacherzeitung, Jahrgang 1884, Nr. 16 bis mit Nr. 22. — Deutsche Reichs-Patentschrift Nr. 18553 sowie Nr. 22873. — Endlich eine besondere Empfehlungsschrift mit Beifügung von Zeugnissen verschiedener Stellen in Wien, woselbst man diese Uhr mit Erfolg benutzt. Diesem Schriftstücke ist auch eine grosse lithographische Tafel Abbildungen beigegeben und datirt dasselbe Berlin, im Juni 1885.

Das Mayrhofer'sche Uhrensystem, dessen Ausführung der Fabrikant C. Diener in Wien übernommen hat, bezieht sich auf Apparate und Einrichtungen, vermöge welcher eine Anzahl in ein Netz eingeschalteter Uhren, von einer auf elektrischem Wege regulirten Normaluhr aus, auf hydropneumatischem Wege aufgezogen, im Gange erhalten und regulirt werden.

Es wird zu diesem Zwecke mit jedem von der Normaluhr ausgehenden, sich in bestimmten Intervallen wiederholenden elektrischen Impulse ein Strom von Druckwasser zur Compression von soviel atmosphärischer Luft benutzt, als zu der für das jeweilige Aufziehen und Reguliren der Streckenuhren erforderlichen Arbeitsleistung nothwendig ist. Elektricität bildet somit den Motor, Wasser oder eine andere unter Druck stehende Flüssigkeit das vermittelnde Element die Transmission, und comprimirte Luft das Arbeitsmedium zum Reguliren und Aufziehen der Streckenuhren."

Bemerkt wird hierzu noch, dass die in das Netz eingeschalteten Uhren ganz beliebigen Systemes sein können.

Leider hat der Verfasser (bis Anfang April 1887) keine bestimmten Nachrichten über die Verwendung der Mayrhofer'schen Uhren in Wien und Paris erlangen können[1]).

So viel scheint gewiss, dass die Bemühungen Mayrhofer's, sein Uhrensystem in Berlin einzuführen, nicht gelungen sind, vielmehr die Hipp-schen elektrischen Uhren immer mehr Anerkennung und Eingang finden und auch Jones' sympathische Pendeluhren (S. 665) noch fortwährend Zufriedenstellendes leisten[2]).

Zusatz,

betreffend Zeitbälle als Zeitsignale[3]).

Zeitbälle haben den Zweck, ein bequemes Mittel zu bieten, von erhöhten Stellen aus eine Controle über Stand und Gang für Schiffschronometer zu liefern und zwar sowohl für die vor Anker liegenden Schiffe, als für die, welche betreffende Küstenpunkte passiren.

1) Es muss hier genügen, über die pneumatischen Uhren in Paris, der „Compagnie des horloges et forces pneumatiques" von Popp, Resch & Martin, eine Abhandlung im Bulletin d'Encouragement etc. T. 17 (1882), pag. 12, zu notiren, sowie auf kurze Angaben zu verweisen, welche sich S. 585 von Meissner-Hartmann's Buche, „Die Kraftübertragung auf weite Entfernung" (Jena 1881) abgedruckt vorfinden.

2) Ueber die Ausstellung Mayrhofer'scher elektropneumatischer Correspondenzuhren in Berlin, berichtet die Deutsche Uhrmacherzeitung vom 15. August 1884, S. 122. Ebendaselbst S. 166 (am Schlusse einer ausführlichen Beschreibung dieser Uhren) wird (allein schon wegen der grossen Einrichtungskosten) die allgemeine Einführung dieses Uhrensystemes bezweifelt.

3) Literatur: 1. Archiv für Post und Telegraphie, Jahrgang 1876—1880.

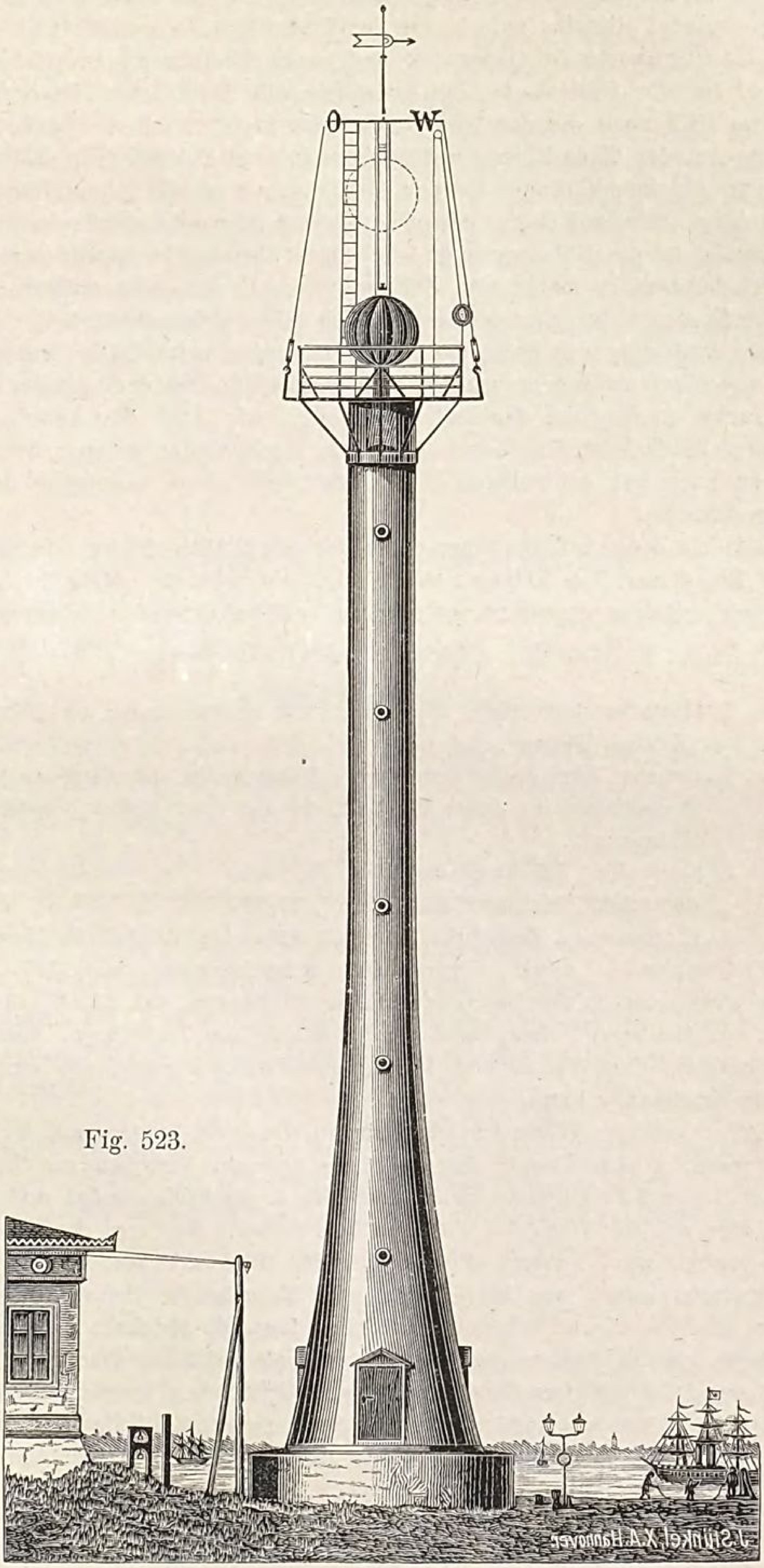


Fig. 523.

Obwohl die Idee der Zeitsignalisirung durch einen Zeitball nicht neu ist [1]), so scheint dieselbe jedoch für Schifffahrtszwecke zuerst 1833 auf dem Dache der Sternwarte in Greenwich und, nach Einführung der Telegraphie, in Deal (in der Grafschaft Kent, nördlich von Dover) realisirt worden zu sein, dem 1875 noch die deutsche Reichsbehörde (zuerst in Cuxhaven) folgte.

Die Art der Signalisirung durch einen solchen Zeitball (Fig. 523) besteht darin, dass ein kugelförmiger Körper (Ball) von 1 m bis $1^1/_2$ m Durchmesser und dunkler Farbe auf einem passenden Gerüst oder einer Säule an gut sichtbarer Stelle in die Höhe gezogen und dass alsdann in einem bestimmten, öffentlich bekannt zu machenden Zeitpunkte, z. B. genau im mittleren Mittag des betreffenden Ortes, dieser Ball plötzlich fallen gelassen wird.

Die Auslösung des Balles geschieht entweder selbstthätig (automatisch) direct von einer mehr oder weniger weit entfernten Normaluhr aus, wie dies vorzugsweise in England der Fall ist [2]), oder, wie nach der Anordnung der deutschen Reichsbehörden, durch geeignete Handhabung seitens zuverlässiger Personen nach gut controlirten Uhren, ebenfalls unter Benutzung des elektrischen Stromes.

Bei den deutschen Stationen fällt der gewöhnlich 80 kg wiegende Ball in der Regel aus 3 m Höhe, weshalb eine Vorrichtung nöthig ist, um den Stoss bei Auffallen desselben zu mildern, welche entweder in einem Puffer

2. Deutsche Bauzeitung, Jahrgang 1879, S. 248 unter der Ueberschrift: „Zeitball-Säulen".
3. Bericht über die wissenschaftl. Instrumente der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879, S. 40 etc. (mit vielen detaillirten Abbildungen).
4. Nautisches Jahrbuch etc. für das Jahr 1886 (herausgegeben vom deutschen Reichsamt des Innern), S. 230.
5. Elektrotechn. Zeitschrift, 1886, S. 423. Der Zeitball in Lissabon.

1) Goethe in seiner Rhein- und Schweizerreise von 1797 (in der Cotta'schen Ausgabe der Gesammtwerke in 36 Bänden, Bd. 25, S. 48 und 50) erzählt von Heilbronn, dass, weil diese Stadt in der Tiefe liegt, anstatt eines Hauptthurmes, eine Warte auf dem nahen Wartberge vorhanden war, welche folgende Einrichtung hatte:

„Oben auf der Warte (einem Thurme) stand ein hohler, mit Kupferblech beschlagener, grosser Knopf, der zwölf bis sechzehn Personen zur Noth fassen konnte. Diesen Knopf konnte man mannshoch in die Höhe winden und unmittelbar wieder auf das Dach des Thurmes herablassen. So lange der Knopf in die Höhe gezogen war, mussten die Arbeiter ihr Tagewerk verrichten; sobald er niedergelassen ward, war Mittagsruhe oder Feierabend. Seiner Grösse wegen konnte man ihn überall erkennen, und dies dauernde sichtbare Zeichen war zuverlässiger, als das Zeichen der Glocke, das doch verhört werden kann. Schade, dass dieses Denkmal alter Sinnlichkeit ausser Gebrauch gekommen ist."

2) Auch bei dem 1885 in Lissabon aufgestellten Zeitballe (s. oben S. 668, Note 5) wird das Herabfallen des Balles durch direkt von einer 4,20 km entfernten Sternwarte ausgehenden elektrischen Strömen bewirkt (Berliner Elektrotechn. Zeitung, Jahrgang 1886, S. 423—462).

mit Gummi-Polstern wie in Cuxhaven, Bremerhaven und Wilhelmshaven[1]), oder wie beim Zeitballe in Swinemünde[2]) in einem sogenannten Luftpuffer besteht.

Das erforderliche Aufwinden des Balles erfolgt unter Benutzung von geeigneten Hebmaschinen mit Zahnradvorgelegen etc. etc.

Leider gestatteten Zweck und Raum unseres Werkes nicht die etwas complicirten und zum rechten Verständniss viel zu klein ausgeführten Abbildungen (Holzschnitte) der genannten zum Einrücken, Auslösen, Aufwinden etc. erforderlichen Mechanismen hier wiederzugeben, weshalb auf die betreffenden Figuren Nr. 17, 18 und 19 der unten (Noten 1 und 2) angegebenen Quelle verwiesen werden muss[3]).

Von den Mechanismen des bereits S. 668 erwähnten Lissaboner Zeitballes hat Herr Elsasser in der Berliner elektrotechn. Zeitschrift grosse und schöne Detail-Abbildungen (S. 424 und 425) geliefert.

§. 33.

Nachtrag Nr. IV zu Bd. I, S. 272.

Arbeitsleistung eines felddienstmässig ausgerüsteten preussischen Infanteristen beim Marsche auf horizontalem Wege.

Der Verfasser der Allgem. Maschinenlehre hat sich bereits zwei Mal (1870 und 1880 im hannov. Wochenblatte für Handel und Gewerbe) bemüht, eine angenäherte Antwort auf vorstehende Frage zu geben, ohne derselben einen Platz in seinem vorgenannten Buche einzuräumen. Nachdem aber Herr Prof. Linke in Darmstadt im IV. Bande des Handbuches der Ingenieurwissenschaften, erste Abtheilung, S. 16 (erste Auflage, 1883), es nicht verschmäht hat, von der an sich unbedeutenden Arbeit Notiz zu nehmen, hält es der Verfasser auch für nicht unangemessen, der allerdings nicht uninteressanten Frage auch hier zu gedenken.

Leider besitzen wir zur Abschätzung der mechanischen Arbeit ($= \mathfrak{A}$) eines auf der Horizontale eines völlig festen Weges fortschreitenden Menschen noch immer keine bessere Berechnungsweise als die, welche Poisson bereits

1) Berliner Bericht, a. a. O., S. 43 etc.

2) Ebendaselbst, S. 47 etc.

3) Das bereits erwähnte deutsche, vom Reichsamte des Innern herausgegebene Nautische Jahrbuch für das Jahr 1886, enthält S. 230 und 231 mehrere werthvolle geographische, statistische und technische Angaben über die zur Zeit bestehenden 7 Zeitball-Stationen, woraus entnommen werden mag, dass die grösste Ballhöhe beim Hamburger Zeitsignale (am Kaiserkai) vorkommt, indem diese daselbst 55 m über Hochwasser beträgt.

1811 in seinem Lehrbuche der Mechanik und auch in der zweiten Auflage von 1833 giebt[1]), nämlich

$$\mathfrak{A} = Qh + {}^1/_2 \frac{Q}{g} v^2,$$

worin Q das Eigengewicht des Menschen vermehrt um die zum Tragen bestimmte Last und g die bekannte Zahl 9,81 m bezeichnet, h die Höhe ist, um welche der gemeinschaftliche Schwerpunkt bei jedem Schritte gehoben wird, und endlich v die secundliche Marschgeschwindigkeit ausdrückt, womit die im Schwerpunkt concentrirte Masse beim Fortschreiten in horizontaler Richtung angeregt werden muss[2]).

Zeither konnte man für den preussischen Infanteristen bei kriegsmässiger Ausrüstung rechnen:

Auf dem Leibe	5,520 kg
Tornister und Inhalt	8,134 „
Sonstige Belastung (Flinte, Seitengewehr, Patronen, Spaten etc. etc.)	15,436 „
	29,090 kg,

oder rund 30 kg[3]). Rechnet man ferner das Eigengewicht des Mannes = 70 kg, so ergiebt sich für die Poisson'sche Formel:

$$Q = 100 \text{ kg}.$$

Nimmt man ferner die Hüftenhöhe des Mannes zu 0,95 m und da 0,80 m die vorgeschriebene Schrittlänge des Infanteristen ist, so berechnet sich

$$h = \frac{(0{,}80)^2}{8 \,.\, 0{,}95} = 0{,}084.$$

Da weiter in der Marschcolonne pro Minute 100 Schritt zu machen sind, so ergiebt sich $v = \frac{0{,}80 \,.\, 100}{60} = 1{,}33$ m, sowie da $\frac{v^2}{2g} = \frac{(1{,}33)^2}{2 \,.\, 9{,}81} = 0{,}09$ m ist, endlich $\mathfrak{A} = 100\,(0{,}084 + 0{,}09) = 17{,}40$ mk. Bei dem vorher angenommenen Marschkolonnenschritt hätte daher der Infanterist auf horizontalem, festem Boden zu leisten:

1) In der 2., von Prof. Stern in Göttingen besorgten Uebersetzung (vom Jahre 1836, §. 688).

2) Wird die Schrittlänge des Menschen mit s, und mit r seine Hüftenhöhe bezeichnet, und nimmt man an, dass sich der Schwerpunkt bei jedem Schritte in einem aufwärts convexen Kreisbogen bewegt, dessen horizontale Sehne s ist und die zu einem mit r beschriebenen Kreisbogen gehört, so ist $\frac{s^2}{4} = 2rh - h^2$, oder genau genug $\frac{s^2}{4} = 2rh$, d. i $h = \frac{s^2}{8r}$.

3) Durch die neueste Ausrüstung hat sich das Gewicht des Helmes und Seitengewehrs etc. vermindert, manches Andere, wie namentlich das Magazingewehr, die Patrone, vermehrt, so dass das Gesammtgewicht ungefähr dasselbe bleiben wird. Ganz spezificirt (nach den gütigen Angaben eines Königl. Preuss. Stabsofficiers) im hannoverschen Wochenblatte für Gewerbe und Handel, Jahrgang 1880, S. 466.

pr. Minute 1 740 mk.
pr. Stunde 104 400 „
während eines dreistündigen ununterbrochenen Marsches 313 200 „
während eines vierstündigen ununterbrochenen Marsches 417 600 „

Zum Vergleiche vorstehender Arbeitsleistungen diene Folgendes:

Robert Mayer, der Begründer unserer heutigen „mechanischen Wärmetheorie“, in der 2. Auflage seines schätzbaren Buches (Stuttgart, 1874), S. 62, bespricht die Leistung eines Mannes, welcher in einem Tage 300 000 kg einen Meter hoch hebt und bemerkt, dass er hierzu 83 g Kohlenstoff verwenden (verbrennen) muss.[1])

Eben so zeigt Dr. Mayer (a. a. O., S. 61), dass ein Pferd durch die Anstrengung seiner willkührlichen Muskeln täglich (8 Stunden lang) eine Arbeit

1) Ueber die von Menschen und Pferden geleistete Arbeit, in Bezug des Verbrennens (Oxydiren) des in den Nahrungsmitteln enthaltenen Kohlen- und Wasserstoffs, wurde bereits Bd. I, S. 271 und 272, sowie S. 655 und 656, mit Zuziehung des ersten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie, so viel mitgetheilt, als dies Zweck und Umfang unseres Buches gestattet. Weiteres hierüber hat der Verfasser in Nr. 30 und Nr. 31 des hannoverschen Wochenblattes für Handel und Gewerbe (Jahrgang 1880, S. 465 und S. 483) geliefert, wobei er es für angemessen hält, eine Stelle der letztgenannten Quelle (S. 488) zu copiren, welche also lautet:

„Hinsichtlich des Vergleiches der Güteverhältnisse von Menschen- und Maschinenarbeit, mit der dabei aufgewandten Wärme, hat man sich nicht um den allerdings richtigen Satz der mechanischen Wärmetheorie zu kümmern, dass nicht alle erzeugte Wärme zu äusserer Arbeit, sondern auch ein Theil derselben zu innerer Arbeit verwandt werden muss, vielmehr einfach dem praktischen Bedürfniss gemäss zu verfahren, d. h. zu fragen, welche Arbeit leistet der Mensch, das Pferd etc., oder eine andere künstliche thermodynamische Maschine (Dampfmaschine, calorische Maschine, Gaskraft- etc. Maschine) hinsichtlich der in Summe durch die Verbrennung oder Explosion entwickelten Wärme. Für den Praktiker ist einzig und allein der von Redtenbacher eingeführte thermische Wirkungsgrad (hannoversches Wochenblatt, Jahrgang 1876, S. 255) von Bedeutung, den Grashof noch richtiger den wirthschaftlichen Wirkungsgrad bezeichnet. Ebendaselbst (S. 256) ist speziell folgender Ausspruch Grashof's abgedruckt, den wir wiederzugeben für eine besondere Pflicht halten und der also lautet: „Dem mechanischen Wirkungsgrade calorischer Kraftmaschinen (zu denen auch der Mensch und die zur Verrichtung mechanischer Arbeiten brauchbaren Thiere gehören) ist mit Rücksicht auf „Brauchbarkeit“ nöthig, einen wirthschaftlichen Wirkungsgrad gegenüberzustellen, der durch Vergleichung der gewonnenen Nutzarbeit mit dem Arbeitsäquivalent des vollen Heizeffektes des aufgewandten Brennstoffes erhalten wird; denn mit Rücksicht auf diesen vollen Heizeffekt muss der Brennstoff gekauft werden, und was davon nicht in Nutzarbeit umgesetzt wird, ist für den Zweck, dem die Kraftmaschine als solche dient, verloren.“

von 2100000 mk verrichten ($2^1/_{10}$ Million kg auf ein Meter Höhe heben) kann. Hierzu muss aber das Thier ein Gewicht von 580 g Kohlenstoff verbrauchen etc.

Unserem Buche (Bd. I, S. 272 und S. 656) entlehnen wir für tägliche Arbeiten folgende Vergleichswerthe:

Menschenarbeit:		Pferdearbeit:	
Beim Bergsteigen . . .	328000 mk	Grösster Werth . . .	2880000 mk
Beim Treppensteigen. .	280000 mk	Kleinster Werth[1]) . .	1834560 mk

§. 34.

Nachtrag Nr. V zu Bd. I, S. 429 etc. und S. 488, bezw. die Geschichte der Erfindung der Wassersäulen- und der Dampfmaschine betreffend.

Mancherlei, mit einander mehr oder weniger im Widerspruch stehenden Ansichten über die Erfindung der beiden vorgenannten Kraftmaschinen (Motore), veranlassen den Verfasser, zur Klarstellung der fraglichen Angelegenheit das Seinige beizutragen, beide Maschinengattungen aber in einem und demselben Nachtrage zusammenzufassen, da die Wassersäulenmaschine lediglich aus der Dampfmaschine hervorgegangen ist.

A. Zur Erfindungsgeschichte der Wassersäulenmaschine.[2])

Die Lösung der gestellten Aufgabe dürfte für den vorliegenden Zweck am Besten durch nachstehende (gleichsam tabellarische) Uebersicht in chronologischer Folge zu erreichen sein, wobei die Zeit bis Ende des 18. Jahrhunderts als die erste Periode bezeichnet werden mag.

1) Der Verfasser benutzt noch die Gelegenheit, des Capitels über Arbeitsmessungen menschlicher und thierischer Kräfte, nach den Bemühungen des Herrn Geh. Reg.-Raths Launhardt zu gedenken, die Gerstner-Maschek'schen Formeln (S. 267, Note) noch dahin zu erweitern, mittelst derselben ein relatives Maximum der täglichen Arbeitsleistung zu erhalten. Die betreffende Abhandlung findet sich im Bd. 26 (1880), S. 346 der Zeitschrift des Architekten- und Ing.-Vereines zu Hannover unter der Ueberschrift abgedruckt:

„Die Steigungsverhältnisse der Strassen",

welcher Gegenstand auch bereits in gegenwärtigem Werke, Bd. III, S. 141 (zweite Auflage) besprochen wurde.

2) Jüngste Literatur des fraglichen Gegenstandes:

1. Weisbach, Freiberger Festschrift etc. von 1867, Seite 29—53.
2. Hoppe, „Ober- und Unterharz", Bergwerke etc. Clausthal, 1883, S. 230 etc.
3. Rühlmann, Hannoversches Gewerbeblatt, Jahrg. 1883, S. 193—202.
4. Hahn, „Ueber die Entwicklung der Wassersäulenmaschine". Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1883, S. 378.

1731 projektirten die Franzosen Denisard und De la Douaille eine Wassersäulenmaschine für nur 9 Fuss Druckhöhe, welche ungefähr den 20. Theil des Aufschlagwassers auf circa 32 Fuss Höhe förderte, sowie 1736 Belidor in seiner Architecture hydraulique (deutsche Uebersetzung von 1740—1770) von einer Wassersäulenmaschine handelt. Die betreffende Beschreibung, in wenig Worten zusammengefasst, lässt eine direkt wirkende Wasserhebungs-Wassersäulenmaschine mit horizontalem Cylinder und mit Hahn-Gewichts-Steuerung erkennen.

Die erstgenannte Maschine (von 1731) ist mindestens sehr unvollkommen gewesen, die zweite (von 1736) aber scheint nie ausgeführt worden zu sein.[1])

1749 wurde vom Oberkunstmeister Höll die erste wirklich brauchbare, mit Erfolg arbeitende Wassersäulenmaschine im Leopoldschacht bei Schemnitz in Betrieb gesetzt, die auch lange Zeit hindurch mit Erfolg arbeitete. Poda lieferte Abbildungen hiervon (Allgem. Maschinenlehre Bd. I, S. 426) und Weisbach (a. a. O., S. 20) eine ausführliche Beschreibung dieser Maschine, wo zuerst Hahnsteuerung mit Fallbock in Anwendung gebracht wurde. Die gute Leistung dieser Maschine hatte als Folge, dass in verhältnissmässig kurzer Zeit noch sieben andere Wassersäulenmaschinen errichtet und die früheren Wasserhebungskünste abgebaut wurden.

1753[2]) brachte (nach Calvör) der braunschweigische Artilleriemajor Winterschmidt eine kleine Wassersäulenmaschine mit sogenannter Hammersteuerung auf der Grube Carlsgnade in Gang, derselbe erbaute dann aber 1761 eine grössere Wassersäulenmaschine auf dem „Treuer Schachte“ bei Clausthal mit wesentlich verbesserter Steuerung, namentlich indem er die indirecte Steuerung durch eine kleine Hülfswassersäulenmaschine mit Kolbensteuerung ersetzte etc. etc. Weisbach (a. a. O., S. 32) bezeichnet die Erfindung dieses zweiten Steuerungssystems durch Winterschmidt als besonders wichtig, obgleich solche später (mehr oder weniger) übersehen und eigentlich ganz vergessen worden war. (Weiteres hierüber in Calvör's Werke, Bd. I, S. 426 der Allgem. Maschinenlehre.) Weisbach (a. a. O., S. 30) sagt über diese Winterschmidt'sche Wassersäulenmaschine, „dass sie nur wegen ihrer schlechten Ausführung keine weitere Anwendung auf dem Harze gefunden habe, sonst aber, ihrem Principe nach, jedenfalls als die vorzüglichste zweicylindrige Wassersäulenmaschine mit Hahnsteuerung (seiner Zeit) zu betrachten sei“.

1765 scheint in England zuerst eine Wassersäulenmaschine (und zwar selbstständig) von einem Herrn Westgarth (nach Glyen und Phillips-Darlington; Bd. I, S. 427 der Allgem. Maschinenlehre) erfunden worden zu sein. Weisbach (a. a. O., S. 33) giebt an, dass Westgarth überhaupt 5 Wassersäulenmaschinen erbaut habe. Nachher (1770) hat auch der be-

1) Weisbach, a. a. O., S. 29, und Gerstner, „Handbuch der Mechanik“, Bd. III, S. 356. An letzterer Stelle wird zur Literatur der ersten Wassersäulenmaschine auch noch verzeichnet: Recueil des machines approuvees par l'Acad. Royal des sciences, T. V, Liv. IV, §. 1787.

2) Nach Hoppe 1748, S. 230 in dessen Buche (1883) „Die Bergwerke etc. im Ober- und Unterharz“.

rühmte englische Ingenieur Smeaton (S. 187) eine kleine Wassersäulenmaschine zu Temple-Newsam construirt.

1768 wurde zuerst (nach Weisbach a. a. O., S. 33) im Königreiche Sachsen und zwar vom Kunstmeister Mende eine Wassersäulenmaschine auf der Grube „Siegfried" bei Bräunsdorf und in den 70er Jahren noch drei andere erbaut. Die ersten beiden Maschinen hatten noch Hahnsteuerung, während Mende die übrigen mit Kolbensteuerung (zwei Kolben, einen Steuer- und einen ganz gleichen Gegen-Kolben) ausstattete. Die letzte Wassersäulenmaschine von Mende war eine zweicylindrige mit gekuppelten Gestängen.

1796 wurde die erste Wassersäulenmaschine in Kreuth (nächst Bleiberg in Oberkärnthen) und zwar in der Grube „Christoph" und „Anton" vom Kunstmeister Mayer erbaut. Diese Maschine war einfachwirkend und hatte einen liegenden Treibcylinder. Zuerst entsprach sie durchaus nicht den gehegten Erwartungen, wurde deshalb mehrere Mal umgebaut, bis es schliesslich dem Markscheider Florian gelang, eine gute Wirkung der Maschine herbeizuführen.

Von einer dritten ebenfalls von Florian für die Bleibergwerke Kärnthens, an der Sohle des Erbstollens „Kronprinz Ferdinandi Morgenschlag" in Kreuth, erbauten und 1830 in Gang gesetzten zweicylindrigen Maschine lieferte seiner Zeit Gerstner (Mechanik, Bd. III, S. 358—370) ausführliche Beschreibungen und Zeichnungen, denen der Verfasser die Abbildungen Fig. 277 und 278, Bd. I seines Maschinenwerkes entlehnte.

Im Königreiche Sachsen beschäftigte man sich von 1791 an bis 1820 meist mit Detail-Projecten der Wassersäulenmaschinen, wovon der Ingenieur Hahn (a. a. O., S. 377 u. 378) besonders die Bemühungen eines Kunstmeisters Baldauf in Freiberg um vollständige Kolbensteuerung und die Andeutungen des Baumeisters Becker ebendaselbst hervorhebt, die Ausgleichung der grossen Gestänggewichte (Verhinderung schädlicher Beschleunigungen derselben) durch eine hydraulische Gegengewichtssäule zu bewirken[1]).

Während dieser Zeit hatte eine ganz neue Epoche, die zweite Periode, im Baue der Wassersäulenmaschinen dadurch begonnen, dass es dem bayerischen Salinenrath v. Reichenbach in der Zeit von 1809 bis 1817 gelang, mittelst dieser Kraftmaschinen Pumpen zu treiben (unter Mitbenutzung von 8 sogenannten Radkünsten), Salzsoole aus der Gegend von Berchtesgaden nach Rosenheim, auf $12\frac{1}{2}$ deutsche Meilen Entfernung, zu treiben und dabei auf die summarische Höhe von 3266 Fuss bayerisch (1 bayerischer Fuss = 0,2918 m) vertikal zu fördern.

Da über diese Maschinen und Zubehör Bd. I, von S. 434 bis mit 443, bereits ganz ausführlich berichtet wurde, so beschränkt sich der Verfasser hier nur auf Notirung[2]) eines Vortrags des Prof. v. Bauernfeind „Ueber Georg v. Reichenbach's Leistungen etc. etc.", sowie auf Hervorhebung der charakteristischen Eigenschaften der Reichenbach'schen Wassersäulen-Maschinen.

1) Man sehe hierüber das Bd. I, S. 426 genannte Werk von „Villefosse".

2) Vortrag, gehalten bei der Jahresschlussfeier der Königl. techn. Hochschule in München am 28. Juli 1883. München, in Commission der Franz'schen Hof-Buch- und Kunsthandlung.

Mit den genannten Eigenschaften beginnend, ist hervorzuheben, dass es vor Reichenbach kein Maschinenbauer gewagt hätte, Salzsoole (oder Wasser) auf so grosse Höhen in einem Rohre (in einer Tour) zu fördern, wie dies Reichenbach namentlich bei der Ilsanger Maschine (Abbildung Bd. I, S. 442) zuerst wagte, wo die senkrechte Lasthöhe über 1229 bayerische Fuss, rund 348 m, beträgt und trotzdem die Maschine noch gegenwärtig (1887) zur Zufriedenheit aller Betheiligten arbeitet.

Dazu gehört insbesondere die (einfachwirkende) Ilsanger Wassersäulenmaschine noch heute zu den hydraulischen Mustermaschinen, wo sich die einfachsten, sinnreichsten mechanischen Combinationen mit hohem Wirkungsgrade in bewunderungswürdiger Weise vereinigen.

Höchst erfreulich ist es daher, dass Bauernfeind in seinem vorerwähnten Vortrage über Reichenbach's Leistungen (a. a. O., S. 14) aus einem dem „wackern deutschen Watt" gewidmeten Artikel im bayerischen Regierungsblatte den Ausspruch über die Ilsanger Maschine horvorhebt:

„Sie ist das getreue Bild des bescheidenen deutschen Mannes, der Grosses geräuschlos vollbringt."

Diese zweite Periode in der Entwickelung der Wassersäulenmaschinen schliesst damit, dass sich alle ferneren Constructeure derartiger Maschinen, direct oder indirect, bei Reichenbach vor Ausführung ihrer Entwürfe mehr oder weniger Rath holten, wie Brendel zu Freiberg in Sachsen, Jordan in Clausthal (am hannov. Harze), Juncker aus Poullaouen in der Bretagne, oder doch Reichenbach's Maschinen vorher aufmerksam studirt hatten [1]).

Mit diesem Urtheile soll keineswegs das Verdienst derselben um die Fortbildung der Maschine abgeschwächt werden, wozu noch kommt, dass sie ihre Bauten nicht an der Oberfläche der Erde und bei Tageslicht (wie Reichenbach), sondern in gewaltiger Tiefe unter der Erde ausführen mussten, wo ausser dem Sonnenlichte vor Allem auch noch der wünschenswerthe Raum fehlte.

Eigenthümlich war zu dieser Zeit das Auftreten des Bergraths Schitkow [2]) in Schemnitz, der sich von 1828 ab durch neue Constructionen und Theorien der Wassersäulenmaschinen bemerklich zu machen suchte und dabei der Reichenbach'schen Maschinen nur ganz beiläufig (in der unten angegebenen Quelle S. 36) erwähnt, dafür aber insbesondere die Hahnsteuerung hoch zu halten bemüht ist und zwar durch sogenannte Elidirung der Steuerhähne, wodurch der Seitendruck des in einen Bogen durch den Hahn geführten Kraftwassers gegen das Hahngehäuse aufgehoben und folglich auch die Reibung sowie das Abführen des Hahnes im Gehäuse bedeutend vermindert werden sollte [3]).

1) Auch Weisbach spricht diese Ansicht unverhohlen aus (a a. O., Seite 38 etc.).

2) Professor Schitkow, k. k. Bergrath, „Die Wassersäulenmaschine". Wien 1834. Weisbach bezeichnet (a. a. O., S. 44) die hier entwickelten Theorien der Wassersäulenmaschinen (ganz richtig) als verunglückt.

3) Worin diese Elidirung (wie sie Schitkow nennt) besteht, wird ausführlich von ihm erörtert im vorbemerkten Buche Seite 61, Tafel I und Seite 98, Tafel IV.

Schitkow dürfte wohl als der Erste zu bezeichnen sein, welcher die Wassersäulenmaschinen zur Verrichtung von Arbeiten bei rotirender Bewegung in Anwendung brachte[1]) und (1832) eine solche auch zum Betriebe eines Pochwerkes wirklich ausführte und in Betrieb setzte.

Ueber am Anfange der 40er Jahre in England zu verzeichnende Bemühungen, insbesondere der Ingenieure Taylor und Darlington, die Wassersäulenmaschinen durch Einführung von Ventilsteuerungen zu verbessern, handelt bereits §. 85 (S. 447) der Allgem. Maschinenlehre Bd. I (zweite Auflage), worauf verwiesen werden muss.

Eine dritte Periode der Ausbildung der Wassersäulenmaschinen kann man von 1846 an datiren, wo Armstrong (jetzt Sir William Armstrong seit der Erfindung der nach ihm benannten Kanone) bei der Wassersäulenmaschine, oder wie er sie benannte „Wasserdruckmaschine“ (water pressure engine), wichtige constructive Verbesserungen anbrachte und überdies zeigte, dass sich die Maschine nicht nur zum Fördern von Flüssigkeiten (Wasser und Salzsoole) für Bergwerke, sondern zu vielseitigeren Anwendungen eigene, sobald man dabei bestrebt ist, sich künstliche Wassergefälle überall da zu schaffen, wo natürliche Gefälle fehlen. Letzteres erreichte er durch Verwendung der hydraulischen Presse als Accumulator, wie solcher hier (Bd. IV, S. 42, Fig. 32) bereits beschrieben und besprochen wurde. Armstrong's Verbesserungen in constructiver Hinsicht bestanden vornehmlich in der Einführung der Schiebersteuerungen (hier S. 47, Fig. 37) und der Anwendung von Ausgleich- oder Entlastungs-Klappen (relief-clacks, hier S. 45, Fig. 36). Durch letztere wird es möglich, die älteren Gewichte, sowie die neueren Hülfswassersäulenmaschinen bei der Steuerung der Wassersäulenmaschinen ganz abzuwerfen.

Mit letzteren Verbesserungen erreichte es Armstrong auch auf einfacherem Wege wie seiner Zeit Schitkow bei den ungarischen Pochwerken, die Wassersäulenmaschine zur Verwendung von Arbeiten brauchbar zu machen, wobei ausschliesslich Drehbewegungen erforderlich sind. (Abbildungen: hier S. 47, Fig. 37 und 38.)

Von einer mit vier einfachwirkenden oscillirenden Cylindern ausgestatteten Förderungswassersäulenmaschine für den englischen Bergbau, welche auf der Bleigrube zu Allenheads arbeitet, liefert Weisbach (a. a. O., S. 46) eine Beschreibung.

Durch sinnreiche Einschaltung von Rollen- oder Flaschenzügen hat Armstrong es vortrefflich verstanden, die verhältnissmässig geringen Schublängen der Wassersäulenmaschinenkolben gleichsam beliebig zu multipliciren, künstlich grosse Hubhöhen zu schaffen und dadurch eine der vortheilhaftesten Verwendungen bei Hebmaschinen, insbesondere bei hydraulischen Krahnen, zu schaffen. (Beispiele in diesem Bande der Maschinenlehre S. 43, Fig. 33 und 34, sowie S. 196, Fig. 176—178.)

Noch verdient erwähnt zu werden, dass zufolge Aufforderung der städtischen Baubehörde in Zürich[2]), in Erkennung der Wichtigkeit kleiner hydraulischer Motoren für das Kleingewerbe, im Jahre 1870 eine Aufforderung

1) „Die Wassersäulenmaschine“, S. 48 und 134.

2) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XVI (1872), S. 730 etc.

zur Einlieferung solcher kleiner Maschinen erlassen wurde, wobei die Maschine von A. Schmidt in Zürich (hier abgebildet S. 451, Fig. 288—290) den höchsten Nutzeffect, nämlich 80 bis 90 Procent, abgab und seit dieser Zeit wohl auch die meiste Anwendung überall da fand, wo (wie in der Schweiz) der Wasserpreis ein möglichst geringer ist. Ueber noch ein halbes Dutzend derartiger „Wassermotoren" für Kleingewerbe wird (unter Beifügung recht guter Abbildungen) in der unten angegebenen Quelle berichtet[1]).

B. Zur Erfindungsgeschichte der Dampfmaschine[2]).

Von dem vorstehenden Erörterungsgange etwas abweichend, hält es der Verfasser für angemessener, hier vier Perioden der Erfindungs- und Entwickelungsgeschichte der Dampfmaschine zu unterscheiden.

Erste Periode. Von Galilei bis Papin und Savery.

Um zu einigermaassen richtigen Anschauungen über die Wirkungsweise und nützliche Anwendung gespannter Wasserdämpfe zu gelangen, musste erst der Ausspruch Verulam's (geb. 1561, gest. 1626) rechte Anerkennung und Beachtung finden, dahin gehend (S. 490), „dass der Mensch als Diener und Ausleger der Natur nur so viel und nicht mehr von der Beschaffenheit der Dinge wisse, als er durch angestellte Versuche und Beobachtungen kennen gelernt habe". Fruchtbringend wirkte in dieser Beziehung zuerst Galilei (geb. 1564, gest. 1642), dann Boyle (geb. 1627, gest. 1691), Mariotte (geb. 1620, gest. 1684), Leibniz (geb. 1646, gest. 1716), Papin (geb. 1650, gest. 1710) u. m. A.

Auf derartig richtige naturwissenschaftliche Gesetze stützten sich namentlich die Bemühungen Papin's, die Luftpumpe zu verbessern[3]), einen Dampf-Digestor zu erfinden[4]), Pumpwerke anzuordnen, um Arbeitskräfte auf grosse Entfernungen fortzupflanzen (S. 598, Fig. 484) etc. etc. und endlich (1690)

1) Musil, „Die Motoren für das Kleingewerbe", Braunschweig 1878. In vier Abschnitten werden hier behandelt: 1. die Wassermotoren, 2. die Petroleummotoren, 3. die Heissluftmaschinen, und 4. die Gaskraftmaschinen.

2) Von beachtungswerthen, früher (Bd. I, S. 488) nicht genannten Büchern, welche die Geschichte der Dampfmaschine nach guten Quellen behandeln, ist in jüngster Zeit dem Verfasser nur Thruston's „History of the growth of the Steam Engine", London 1878, bekannt geworden. Eine Uebersetzung in's Deutsche hat Uhland in Leipzig geliefert, die 1880 (in zwei Bändchen) bei Brockhaus erschienen ist.

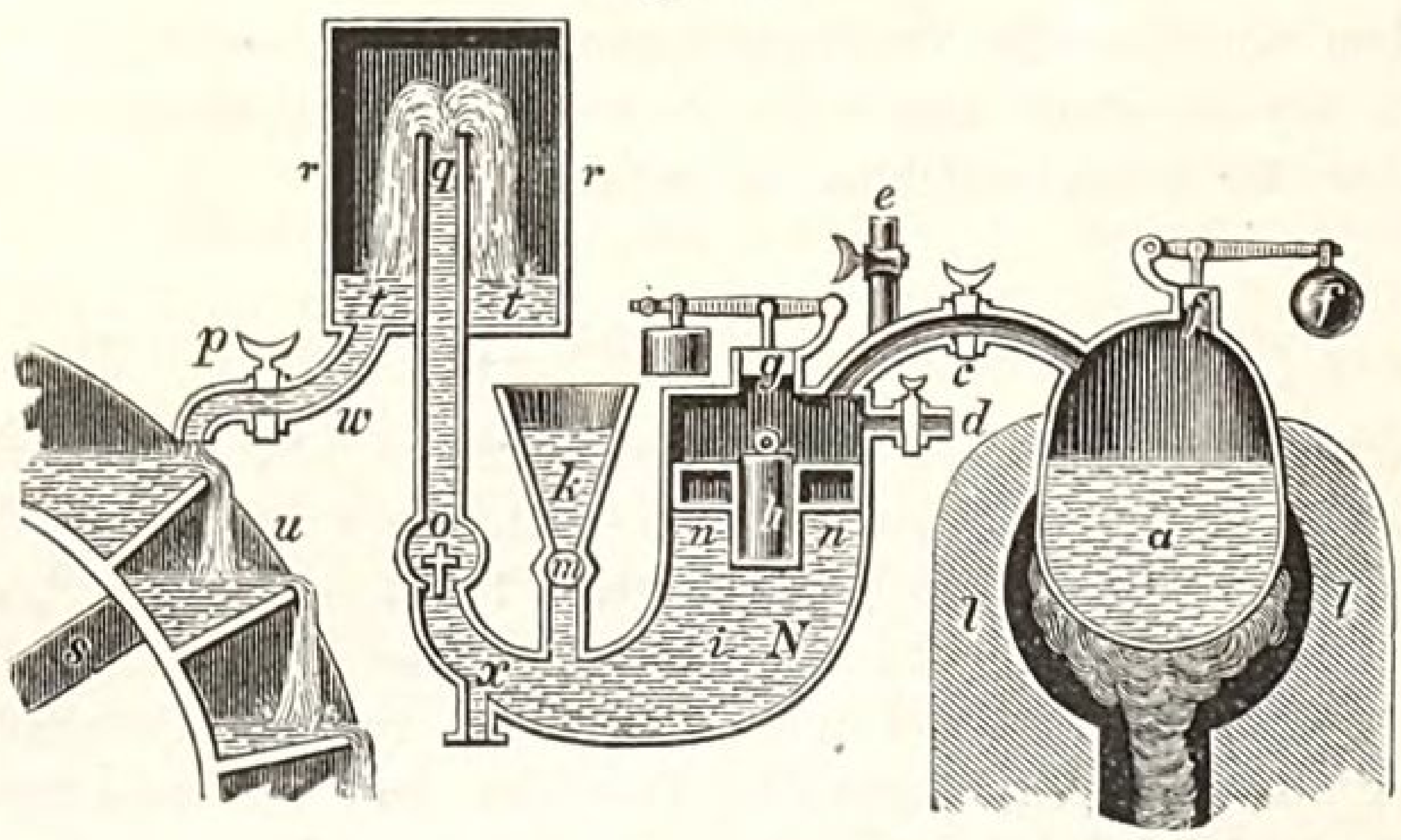
3) Dr. Gerland, Leibniz' und Huyghens' Briefwechsel mit Papin. Berlin 1881, Seite 10.

4) A. a. O., S. 127. Im Jahre 1680 wurde Papin auf Boyle's Vorschlag zum Mitgliede der Royal Society ernannt. Er dankte, indem er ihr 1681 sein Werk widmete: „A new digestor or engine, for softaing bones, containing the description of its make and use in cookery, voyager at sea, confectionary, making of drinks, Chymistry, Dying etc."

eine Kolben-Dampfmaschine herzustellen, welche Bd. I, S. 493 hinlänglich besprochen und durch eine Abbildung erläutert wurde.

Leider verfolgte Papin diese erste Idee einer Dampfmaschine nicht energisch genug, suchte vielmehr die inzwischen (1798) in England patentirte sogenannte hydraulische Dampfmaschine von Savery (Bd. I, S. 494 abgebildet und beschrieben) zu verbessern und gelangte vollständig erst 1706 zu seinem sogenannten zweiten Projecte (Fig. 524), was er auch ausführte, jedoch nur als Modell, womit er indess, nach der unten notirten zuverlässigen Quelle, auch Versuche anstellte[1]).

Fig. 524.



In vorstehender Abbildung ist *a* der Kessel, aus welchem der gebildete Wasserdampf, die Durchbohrung des Hahnes *c* passirend, in den Arbeitscylinder *n* tritt, woselbst er gegen einen hohlen aus Blech gebildeten Kolben *nn* tritt, der auf Wasser *N* schwimmt. Dieser schwimmende Kolben hat jedoch keinen anderen Zweck, als den Dampf vor der directen Beziehung mit dem Wasser und demnach vor Condensation zu schützen. Der gegen die obere Kolbenfläche wirkende Dampf treibt das Wasser auf dem Wege *ixoq* in das Gefäss *rr*, welches eine Art Windkessel bildet und dazu dient, den Wasserausfluss durch ein Rohr *w* möglichst gleichförmig zu machen. Statt wie in unserer Abbildung das aus *w* fliessende Wasser gegen ein vertikales Zellenrad wirken zu lassen, kann dasselbe auch zum Aufsteigen auf eine angemessene Höhe gezwungen werden, so dass die Maschine zum Fördern des Wassers zu benutzen ist. Ein geeigneter Trichter *k* dient zur Aufnahme entsprechenden Speisewassers, dessen Zufluss durch einen Hahn *m* regulirt werden kann. Die Ventile *g* im Deckel des Cylinders *N* und *o* im Steigrohre *xq*, sowie die Stellhähne *c*, *d*, *e*, *p* bedürfen keiner besonderen Erklärung. Auf-

1) Dr. Gerland etc. Briefwechsel mit Papin, S. 101 etc. Vorstehende Fig. 524 entlehnt der Verfasser nicht Dr. Gerland (a. a. O., S. 99), sondern, wegen des mitabgebildeten Wasserrades, der „History“ Thurston's, welche bereits S. 677 notirt wurde. Thurston erwähnt, dass er Abbildung und Beschreibung einer 1707 erschienenen Schrift Papin's entlehnt habe, welche (in Cassel) unter dem Titel erschien: „Nouvelle manière d'élever l'Eau par Force du Feu, mis en Lumière“.

merksam dürfte jedoch noch zu machen sein auf ein cylindrisches (wie ein Gewicht geformtes) Eisenstück, welches von Zeit zu Zeit glühend gemacht und durch die Oeffnung *g* des Sicherheitsventiles in die im Kolben *nn* dazu vorhandene Vertiefung versenkt wird. Höchst wahrscheinlich hat Papin damit die Expansivkraft des Wasserdampfes erhöhen wollen.

Leider lehrt die Geschichte, dass Papin auch hinsichtlich dieser zweiten Dampfmaschine ebenso wenig praktischen Erfolg hatte wie von allen seinen übrigen Erfindungen.

Zweite Periode. Von Savery, Newcomen und Smeaton bis Watt.

Etwas glücklicher als Papin war Savery insofern mit der Erfindung seiner hydraulischen Dampfmaschine, als es ihm gelang, von derselben thatsächlich in der Praxis nützliche Anwendung zu machen [1]). Farey (a. a. O., pag. 116) berichtet, dass unter der Autorität des Patentes eine Zahl kleiner Savery'scher Maschinen erbaut und zum Wasserfördern (auf geringe Höhen) für Häuser und Gärten wohlhabender Personen (Gentlemens) in verschiedenen Theilen Englands mit Erfolg verwandt und auch für städtischen Wasserbedarf und für Bergwerke versucht wurden.

Ferner berichtet Farey (a. a. O., pag. 122 etc.), dass ein gewisser Joshua Rigley in Manchester und anderen Theilen Lancashire's Savery'sche Maschinen zum Fördern von Wasser auf 16 bis 20 Fuss Höhe in Anwendung brachte, wobei das geförderte Wasser zum Beaufschlagen oberschlächtiger Räder verwandt und damit Baumwoll-Spinnereien (cotton-mills) und andere Fabrikmaschinerien betrieben wurden.

Von einer derartigen Anordnung (Combination von Dampfmaschine mit Wasserrad), welche in einer Fabrik in St. Pancras (London) jahrelang zum Betriebe von Drehbänken benutzt wurde, liefert Farey (a. a. O., pag. 123) eine hübsche Abbildung in Holzschnitt. Das Wasserrad hatte 18 Fuss Durchmesser und das erforderliche Oeffnen und Schliessen von Hähnen, Klappen und Ventilen erfolgte automatisch.

Von praktischen Ausführungen der Savery'schen Dampfmaschinen zum Fördern von Wasser aus Bergwerken von einiger Tiefe finden sich auch bei Farey sichere Nachrichten nicht (a. a. O., pag. 117 etc.), obwohl Savery verschiedene solche Projecte geliefert zu haben scheint.

Das Fördern des Wassers auf nur geringe Höhen, wie dies die (nicht combinirte) Maschine allein vermochte, die verhältnissmässig geringen Wassermengen, welche dabei geliefert wurden, und die enormen Mengen erforderlichen Brennmaterials — waren offenbar die Ursachen derartiger unangenehmer Erfahrungen.

Aus Vorstehendem erhellt, dass die Verdienste Savery's um Herstellung einer recht brauchbaren Dampfmaschine nur (verhältnissmässig) unbedeutend

1) Am 15. Juli 1698 erhielt Savery ein englisches Patent auf eine neue Erfindung „for raising water, and occasioning motion to all sorts of mill work, by the impellent force of fine". 1702 veröffentlichte er eine betreffende Schrift unter dem Titel: „The miners Friend".

sind und insbesondere Papin's Projecten gegenüber nicht zu hoch angeschlagen werden dürfen.

In der That gelang die Construction einer für sehr viele Fälle der Praxis brauchbaren Maschine zuerst Thomas Newcomen, einem Grobschmied und Eisenhändler in Darthmouth (England), wie auch bereits Bd. I, S. 496 berichtet und über dessen Beziehungen zu den Mitinhabern seines Patentes (von 1705), einem Glaser Cawley und (nachher) auch Savery, Auskunft gegeben wurde [1]).

Das Hauptprincip dieser Maschine bestand in der Verbindung einer Papin'schen Kolbendampfmaschine mit der Anordnung zur Condensation des Dampfes nach Savery, um den Atmosphärendruck wirksam zu machen und endlich in Verbindung des Arbeitskolbens mit einem geeigneten Schwingbaume (einem Hebel, Balancier) zur Erzeugung abwechselnder vertikal auf- und abwärts gerichteter Bewegungen.

Der Arbeitszweck dieser ersten brauchbaren Feuermaschine, später atmosphärische Dampfmaschine genannt, war das Fördern von Wasser aus Bergwerksschächten.

Unterstützt von anderen talentvollen Mechanikern, namentlich Potter und Beighton [2]), brachte Newcomen seine erste Maschine 1712 zu Geiff in Warwickshire (unweit Coventry) zu Stande [3]), deren Kolben nur 22 Zoll Durchmesser hatte und zum Wasserfördern aus einer Steinkohlengrube bestimmt war, wo der Besitzer zeither nicht weniger als jährlich 500 lebende Pferde zum erforderlichen Trockenhalten verwandt hatte [4]). Dieser ersten Maschine folgten für gleiche Zwecke bald grössere von 36, 48, 60 bis 72 Zoll Kolbendurchmesser [5]).

Im Jahre 1767 fand Smeaton in der Nähe von Newcastle upon Tyne bereits nicht weniger als 57 atmosphärische Dampfmaschinen Newcomen's im Betriebe, deren Grösse von 28 bis 75 Zoll englisch Kolbendurchmesser aufstieg und die zusammen circa 1200 Pferdekräfte entwickelten [6]).

Die höchste notirte Leistung [7]) dieser Maschinen war die, dass durch das Verbrennen von 1 Bushel (84 Pfund) guter Steinkohlen 7,44 Millionen Pfund Wasser auf 1 Fuss englisch gehoben wurden, was gleich ist der Arbeit von 88 571 Pfund Wasser auf 1 Fuss hoch gehoben durch die Verbrennung von 1 Pfund Steinkohlen. [Zu vergleichen mit den Angaben Bd. I, S. 579 [8]).]

1) Ausführlich über die Prioritätsfrage der Erfindung einer neuen brauchbaren Dampfmaschine und die Ansprüche Cawley's und insbesondere Savery's handelt Farey, a. a. O., pag. 127 und 128.

2) Farey, a. a. O., pag. 128.

3) Ebendaselbst pag. 155, 156, 228 und 297.

4) Ebendaselbst pag. 128.

5) Ebendaselbst pag. 156.

6) Thurston's History, pag. 71. (In der deutschen Uebersetzung: Erster Theil, S. 73.)

7) Ebendaselbst pag. 71 (Uebersetzung pag. 73).

8) Nach Farey (pag. 156) wurde die erste Newcomen'sche Dampfmaschine (von 30 Zoll Kolbendurchmesser) 1720 in Schottland beim Elphinstoner

Bald nach dem Erbauen des berühmten Leuchtthurmes auf dem Eddystone-Rock (S. 187) wandte Smeaton (geb. 1724, gest. 1792), der seiner Zeit berühmteste Ingenieur Englands (Bd. I, S. 460 etc.), seine Aufmerksamkeit auch der Newcomen'schen Dampfmaschine zu, bemühte sich um rationellere Berechnungen ihrer Theile und Leistungen, führte den sogenannten Cataract (S. 362, Fig. 318) zum Bestimmen und Messen der Hubpausen der Maschinen (Hubzahlregulatoren) ein[1]), suchte die Kessel zum Produciren des Dampfes zu verbessern und erwarb sich die grössten Verdienste um die Verwendung der

Steinkohlenwerke eingeführt, während 1723 ein gewisser Potter eine derartige Maschine von 30 Zoll Durchmesser in Kongsberg (Ungarn) aufstellte.

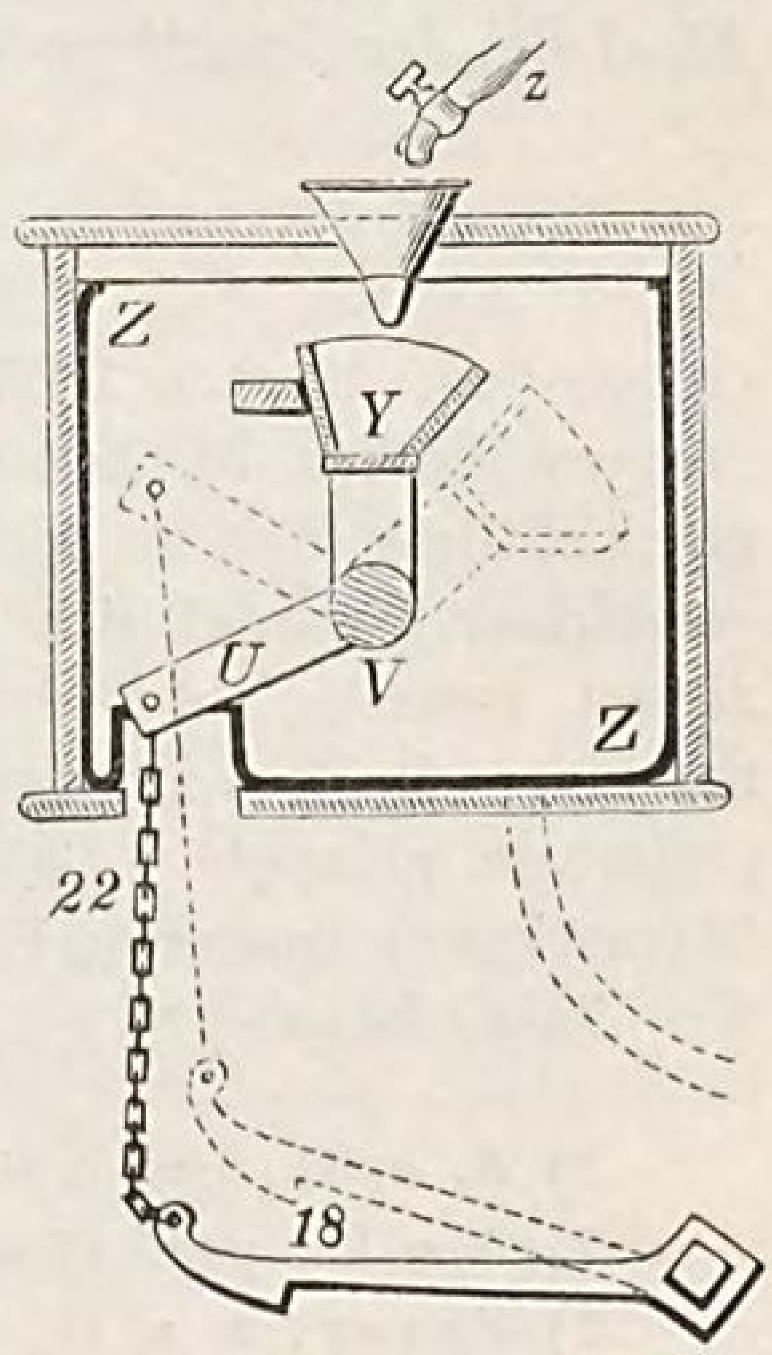
Vier Feuermaschinen wurden im Jahr 1733 und 1736 von dem Freiherrn E. Fischer von Erlach in Ungarn bei dem Josephischachte erbaut (nach Poda „Bergbaumaschinen in Ungarn", S. 44).

Belidor, der seiner Zeit berühmteste Ingenieur Frankreichs, urtheilt in seiner 1737—1739 erschienenen „Architecture hydraulique" über die Newcomen'sche Maschine in solcher Weise, dass Farey diesen Ausspruch auf dem Titelblatte seines berühmten Werkes „A Treatise on the Steam Engine" abdrucken liess und der folgendermaassen lautet:

„Voila la plus merveilleuse de toutes les Maschines; le mécanisme ressemble à celui des animaux. La chaleur est le principe de son mouvement; il se fait dans ses différens tuyaux une circulation, comme celle du sang dans les reines, ayant des valvules qui s'ouvrent et se ferment à propos; elle se nourrit, s'évacue d'elle-même dans de tems réglés, et tire de son travail tout ce qu'il lui faut pour subsister. Cette machine a pris naissance en Angleterre, et toutes les machines à feu qu'on a construites ailleurs que dans la Grande Bretagne ont été par des Anglois."

1) Farey a. a. O., S. 189 liefert vom Smeaton'schen Cataract folgende Skizze: Man erkennt in der Abbildung (Fig. 525) leicht, dass der Hauptheil des Apparates von einem Kippgefässe Y gebildet wird, was sich um eine horizontale Welle V drehen kann und auf dem nach oben gerichteten Arme eines Winkelhebels $Y\,V\,U$ befestigt ist. Das äusserste Ende von U ist durch eine Kette (22) mit einer Klinke (18) in Verbindung gesetzt, welche mit der Steuerung der Maschine in geeigneter Verbindung steht. Aus einem über dem in einem Kasten Z befindlichen Wasserbehälter wird unter Regulirung mittelst eines Hahnes z dem Gefässe Y Wasser zugeführt, was nahezu der Füllung ein Umkippen veranlasst und die beweglichen Theile in die punktirt gezeichnete Stellung bringt. Die Klinke (18) dient zugleich als Gegengewicht etc. etc.

Fig. 525.



Wie man diese Cataracte gegenwärtig construirt, erhellt u. A. aus Kley's schönem Werke „Ueber die Wasserhaltungsmaschine der Grube Altenberg bei Aachen", Tafel VII, was bereits S. 362, Note 1 genannt wurde.

Dampfmaschine zu noch anderen Arbeiten als zum Wasserfördern, beispielsweise zum Betriebe der grossen Cylindergebläse für Eisenhochöfen, worüber wir bereits Bd. I, S. 198 berichteten.

Im Jahre 1772 liess Smeaton eine von ihm selbst entworfene Newcomen'sche Dampfmaschine für die Long-Benton-Colliery unweit Newcastle aus, wovon Farey[1]) und Thurston[2]) Abbildungen und Beschreibungen lieferten.

Der Kolben dieser Maschine hatte 52 Zoll Durchmesser und 84 Zoll Hub, pro Minute förderte die Maschine 68 Cubikfuss Wasser auf 296 Fuss Höhe. Die Leistung der Maschine nach dem Brennmaterialverbrauche berechnete Smeaton zu 10,83 Millionen Pfund Wasser auf 1 Fuss Höhe für jedes Bushel (à 84 Pfund) verbrannter guter Newcastler Steinkohlen, was (zum Vergleiche mit den Angaben S. 185) gleich 130000 Pfund Wasser auf 1 Fuss Höhe ist.

Ueber mehrfach andere Dampfmaschinen, die nach Smeaton'schen Entwürfen ausgeführt wurden, berichtet am ausführlichsten Farey im 4. Capitel seines vortrefflichen wiederholt citirten Werkes unter der Ueberschrift: „On the Manufacture of Iron; and the application oft cast iron in engines and mill works", ein Capitel, was von S. 269 bis 308, also über 39 Quartseiten reicht, worauf wir verweisen müssen.

Thurston in seiner wiederholt genannten History etc. hält am Schlusse des der Newcomen'schen Maschine gewidmeten Capitels dem Smeaton eine besondere Lobrede, deren Schluss hier noch Platz finden mag, indem er sagt: „As a mechanic, he was unrivaled; as an engineer, he was head and shoulders above any constructor of his time engaged in general pratice. There wery few important public works built in Great Britain at the time in relation to which he was not consulted; and he was often visited by foreign engineers, who desired his advice with regard to works in progress on the Continent".

Mit vorstehenden Erörterungen sind wir in den dritten geschichtlichen Abschnitt der Dampfmaschinenerfindung, in die

Dritte oder Watt-Periode

eingetreten, die von 1769 bis 1800 reichte. Da dieser Periode im I. Bande unseres Werkes 18 Quartseiten gewidmet sind und hier nicht ausschliesslich geschichtliche Zwecke verfolgt werden, so wird es ausreichen, wenn wir kurz verzeichnen, worauf sich speciell die charakteristischen Erfindungen beziehen, vorerst aber auch hervorheben, dass Watt zu den meisten seiner Erfindungen durch vorausgegangene ernste wissenschaftliche Studien und Experimente gelangte. Dahin gehören namentlich seine bereits Bd. I, S. 501 (Anmerkung) erörterten Versuche über Dichte, Spannkraft, latente Wärme etc. des Wasserdampfes[3]).

1) A. a. O., pag. 134, 172 etc.

2) A. a. O., pag. 65 und in der deutschen Uebersetzung, Erster Theil, S. 63.

3) Farey, a. a. O., pag. 395 (elastic force of steam), pag. 401 (quantity of heat required to form steam), pag. 403 (latent heat of steam) etc. Ferner Tredgold, „The Steam Engine". London 1838, p. 47 und p. 60. „J. Watt's Experiments of the elastic force of salt and pure water".

Die besonders hervorzuhebenden Neuheiten seiner Dampfmaschinen bezogen sich:

1. Auf die Condensation des Dampfes nach seiner Arbeit gegen den Kolben in einem völlig vom Cylinder der Maschine getrennten Behälter, Condensator genannt.

2. Auf Herstellung einer Saugpumpe (Luftpumpe genannt), um aus dem Condensator die drei darin angesammelten Flüssigkeiten, nämlich verdichteten Wasserdampf, eingespritztes kaltes Wasser und freigewordene atmosphärische Luft zu entfernen.

3. Auf eine derartige Schliessung des Dampfcylinders, dass die Einwirkung des atmosphärischen Luftdruckes gänzlich abgesperrt (unnöthig) wird.

4. Auf vortheilhaft angeordnete Ventilsteuerungen.

5. Auf sinnreiche Geradführungen der Kolbenstangen.

6. Auf Umsetzung der geradlinig auf- und ab- (hin und her) gehenden Bewegung des Arbeitskolbens in eine rotirende Bewegung durch Verbindung des Balanciers mit Lenkstange und Kurbel, oder mit Lenkstange und Planetenrad.

In zweiter Reihe sind noch besondere Theile und Anordnungen als neue und nicht unwichtige Erfindungen Watt's, gleichsam als werthvolle Beigaben zu seinen Dampfmaschinen, zu verzeichnen:

7) Huyghens'[1]) Centrifugalpendel als Regulator (Governor) der sogenannten Drosselklappe im Dampfzufuhrrohre zwischen Dampfkessel und Dampfmaschine[2]), welche Anordnung u. A. aus Fig. 323 Bd. I, S. 506 erhellt.

8. Sein sogenannter Indicator (Bd. I, S. 220), den Farey[3]) bezeichnet: „As Instrument to show the Force actually exerted by the Piston of his engine, when it is at work".

Beachtet man endlich noch, dass sich Watt (direct oder indirect durch seine Schüler) bemühte, Dampfmaschinen mit rotirenden Kolben[4]) und mit oscillirenden Cylindern[5]) zu construiren, Dampfwagen für Landtransport[6]) und Maschinen für den Fortlauf der Schiffe auf dem Wasser herzustellen[7]), so ist der Schluss nicht unrichtig, wenn behauptet wird, dass Watt bereits fast alle wichtigen Erfindungen machte, welche die Fundamente der heutigen Dampfmaschine bilden.

Wie bedeutend die Dampfmaschine durch Watt's Erfindungen an Lei-

1) Des Verfassers „Vorträge über Geschichte der technischen Mechanik und theoretischen Maschinenlehre". Bd. I, S. 99, Fig. 23.

2) Farey a. a. O., S. 436 und Thurston a. a. O., S. 115, Fig. 29 in einfachster Gestalt als „flyball-governor".

3) A. a. O., S. 481. Ferner in Dingler's polytechn. Journale Bd. VIII 1822), S. 293. Sodann ganz neuerdings mit Abbildung begleitet in der „Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungs-Vereine" Jahrgang 1887, S. 56 (Beilage I, April, Nr. 4).

4) Muir head „The Origin and progress of the mechanical inventions of James Watt." Vol. III, Plate XIX.

5) Ebendaselbst, Plate XXXIV.

6) Ebendaselbst, Plate XXIX.

7) Ebendaselbst, Vol. II, pag. 4. Auch Thurston a. a. O., pag. 232.

stung zugenommen hatte, wird u. A. durch folgende Angaben Farey's, a. a. O., pag. 368 bestätigt:

Eine Watt'sche mit Absperrung arbeitende Maschine von 48 Zoll Kolbendurchmesser ersetzte die vorher S. 682 genannte Smeaton'sche Maschine von 52 Zoll Kolbendurchmesser, wobei die vergleichenden Versuche folgende Resultate lieferten:

Beide Maschinen entwickelten die Arbeit von 40 Maschinenpferden	Newcomens' Maschine	Watt's Maschine	
		Mit Volldruck arbeitend	Mit Absperrung 1,516 arbeitend
Consumirte Steinkohlen pr. Stunde	(7,56 Bushel =) 635 Pfd.	(4 Bushel =) 336 Pfd.	(2,98 Bushel =) 250 Pfd.
Desgl. pro Stunde pro Pferd	15,87 Pfd.	8,4 Pfd.	6,26 Pfd.
Pfund Wasser gehoben auf 1 Fuss Höhe durch das Verbrennen von 1 Bushel (84 Pfd.) Kohlen	10,50 Millionen	19,80 Millionen	26,60 Millionen
Vom Kessel pro Minute verdampftes Wasser .	1,33 Cubikfuss	0,674 Cubikfuss	0,501 Cubikfuss

Die vierte Periode der Dampfmaschinenerfindung

erstreckt sich von Watt bis zur Gegenwart und charakterisirt sich besonders durch

Entfernung des Balanciers, Construction sogenannter direct wirkender Maschinen mit vertikaler Aufstellung oder horizontaler Lagerung der Arbeitscylinder, veränderte Steuerungsmechanismen (lange und kurze Schieber, Kolben, Hähne, eigenthümliche Ventile etc.), sinnreiche Anordnungen zur Absperrung des zuströmenden Dampfes während des Kolbenlaufes (automatisch oder durch die Hand stellbar), Expansion des Dampfes in zwei oder mehrere Cylinder etc. etc.

In diese vierte Periode fällt auch die gelungene vollständige Auflösung der Probleme, wodurch die Dampfmaschine zum Fabrikbetriebe, zum Fortlauf der Schiffe, zum Betriebe der Räderfuhrwerke auf Eisenbahnen und zu Acker- und Forst-Culturen brauchbar gemacht wurde, worüber in allen vier Bänden unseres Werkes gehörig berichtet wird.

Mit Vorstehendem hat der Verfasser diejenige nothwendige Uebersicht geliefert, um das (S. 672) angedeutete Urtheil darüber bilden zu können, welche Männer als die Erfinder der Wassersäulen- und der Dampfmaschine zu bezeichnen sind.

Offenbar hängt dies Urtheil davon ab, ob man Diejenigen als die Erfinder betrachten will, welche die erste Idee der betreffenden Maschine lieferten und sich mit deren Ausführung als Project beschäftigten, oder ob es Die sind, welche die Realisirung der Projecte bewirkten und die Maschinen derartig brauchbar gestalteten, dass sie Gemeingut der ganzen civilisirten Menschheit wurden und blieben[1]).

Für beide Ansichten giebt es heute noch Vertreter und dürfte es, der Natur der Sache nach, wohl immer geben, aus welchem Dilemma man offenbar nur dadurch herauszukommen vermag, wenn man dem Ausspruche des seiner Zeit berühmten englischen Ingenieurs Robert Stephenson auch hier folgt, der die Frage nach dem Erfinder der Personen-Eisenbahn-Locomotive mit folgender Antwort erledigte:

„The Locomotive is not the invention of one man, but of a nation of mechanical engineers“[2]).

§. 35.

Nachtrag Nr. VI zu Bd. I, S. 455, 481 und 483.

Windräder der Neuzeit.

Die Weltausstellung in Philadelphia von 1876, die zur Säcularfeier der Unabhängigkeitserklärung der Vereinigten Staaten von Nordamerika veranstaltet wurde[3]), war auch im Gebiete der Windmotoren sehr geeignet, auf die Verbesserungen aufmerksam zu machen, die man in Amerika gemacht hatte, ohne dass solche in rechter Weise in Europa bekannt geworden waren[4]).

1) Als merkwürdiges und interessantes Beispiel ist hier der Streit zu betrachten, der zwischen Herrn Dr. Gerland in Kassel und dem Thüringer Bezirksverein (in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1886, S. 721 und S. 1046—1049, sowie Jahrgang 1887, S. 336) darüber stattgefunden hat, ob Papin zuerst eine Dampfmaschine (das Modell von 1706, Fig. 525, S. 117) in Deutschland erbaute, oder ob es die Maschine ist, welche in Hettstedt (nach Watt'schem Muster) erbaut und 1785 in Betrieb gesetzt wurde.

2) Smiles, Lives of the Engineers. Vol. III, pag. 8.

3) Hannoversches Wochenblatt für Handel und Gewerbe vom 20. Februar 1875, S. 61—63. Ferner ebendaselbst Jahrgang 1876, S. 107, 122, 218 u. 428.

4) Professor Perels in Wien in seinem Berichte Heft I (1877), S. 34 über „Windmotoren“ (der österr. Berichterstatter über die Ausstellung).

Wüst, „Landwirthsch. Maschinenkunde“. Berlin 1882, S. 100 etc.

Hollenberg, „Die neueren Windräder“. Leipzig 1885. Baumgärtner's Buchhandlung.

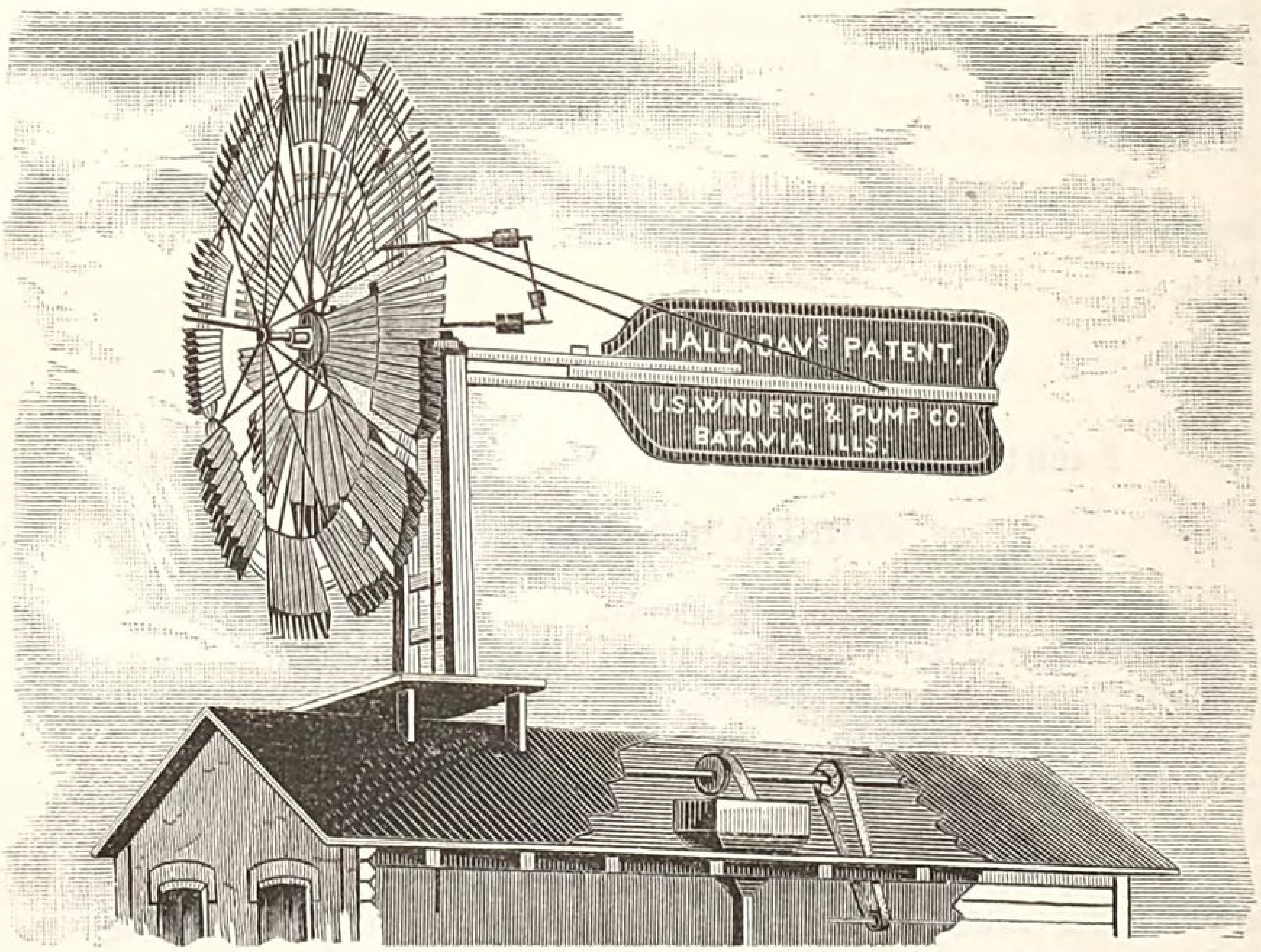
Wolff, The Windmill „As a Prime Mover“. New-York 1885, S. 72 etc. etc.

Von deutschen Besuchern der Philadelphia-Ausstellung wurde besonders den Halladay'schen Windmotoren grosse Aufmerksamkeit geschenkt, so dass nach der Ausstellung diese es waren, die zuerst durch amerikanische Agenten eingeführt und zahlreich verbreitet wurden.

Nachstehende Abbildung (Fig. 526) lässt (übersichtlich) die allgemeine Anordnung dieser Maschine erkennen [1]).

Von den zeither in Deutschland, überhaupt in Europa, gebräuchlichen Windmotoren (Bd. I, S. 455—483) unterscheidet sich der Halladay'sche (wie fast alle anderen amerikanischen Windräder) besonders dadurch, dass er dem

Fig. 526.



Winde nicht nur vier oder fünf von einander getrennte Flügel (mit verhältnissmässig grossen Räumen zum Luftdurchgange zwischen je zwei Flügeln) als Windrad, sondern eine mit einer grossen Anzahl leichter Schaufeln

1) Der Verfasser entlehnt diese Abbildung einem schätzbaren Berichte der (leider) jetzt eingegangenen Zeitschrift „Stummen's Ingenieur", Bd. V (Wien 1877), S. 224, unter der Ueberschrift: „Halladay's Patent Standard-Windmühle" (mit Abbildungen, S. 213, 217, 224 und 225). Die Firma, welche diese Mühlen in Amerika ausführt, ist: U. S. Windmühlen- und Pumpen-Compagnie in Batavia (Illinois). Nicht minder belobt werden die Windmotoren von A. J. Corcoran in New-York City, worüber (mit Abbildung begleitet) sowohl Hollenberg (a. a. O., S. 49), als auch Wolff (a. a. O., S. 76) berichten.

(mehr oder weniger) gefüllte oder geschlossene Sectorenfläche darbietet, so dass fast der ganze dieser Kreisfläche entsprechende Windstrom zur Arbeit gelangen muss. Der wichtigste Theil der Construction dieses Motors besteht in der eigenthümlichen Vorrichtung, welche eine Aenderung in der Lage der Windflügel derartig veranlasst, dass sich die Oeffnungen für durchgehenden Wind proportional dem Drucke desselben verändern, so dass die effective Wirkung der Druckkraft möglichst constant bleibt, welche Grösse auch die Windgeschwindigkeit erreichen mag. Hervorgebracht wird diese Selbstregulirung durch die Wirkung der Centrifugalkraft von Gewichten, die in geeigneter Weise angebracht und in unserer Abbildung zwischen dem Windrade und dem mit der Firma bemalten Steuerrade (der Windfahne) sichtbar sind. Ausführlicher über diese Regulirungsanordnung berichten (unter Beifügungen grosser Tafeln Abbildungen) sowohl Hollenberg (a. a. O., S. 26, Tafel 1—3), als auch das unten notirte Werk Uhland's[1]).

Zusatz.

Der Verfasser kann sich nicht enthalten, da sein Buch auch für Studirende der technischen Hochschulen bestimmt ist, vor einer falschen Theorie der Windräder des vorbenannten amerikanischen Ingenieurs Wolff in dessen S. 197, Note 81 angegebenen Buche „The Wind Mill as a Prime Mover", zu warnen.

Wolff ist anmaassend genug, die Weisbach'sche Theorie zu verwerfen, welche dieser deutsche (hochgeachtete) Autor zuerst 1836 im zweiten Bande seines Handbuchs der Bergmaschinenmechanik S. 184, nach den vortrefflichen Arbeiten Euler's (Allgem. Maschinenlehre Bd. I, S. 459) und Corioli's, insofern erweiterte, als er nicht blos Flügel von rectangulärer Gestalt, sondern auch solche von Trapezform in Rechnung nahm und ferner die Reibungswiderstände am Halszapfen und (hinteren) Achszapfen berechnete[2]).

Wie die Wolff'sche Behandlung der Frage überall erkennen lässt, ist derselbe weder mit der Geschichte der Theorie des Windrades, noch mit den Fundamenten der Wissenschaft so bekannt, dass es eigentlich von sehr geringem Werthe ist, seines Buches überhaupt zu gedenken.

Statt der bekannten Fundamentalgleichung (mit Weglassung der Reibungswiderstände) für die elementare Arbeit $d\mathfrak{A}$ (Bd. I, S. 458) zu setzen:

$$d\mathfrak{A} = k_1 \frac{\gamma}{zg}\, dF\, (V \sin.\, \alpha - v \cos.\, \alpha)^2\, v \cos.\, \alpha,$$

wenn dF das Flächenelement eines Flügels bezeichnet, schreibt Wolff (nach unserer Bezeichnung):

$$\mathfrak{A} = k_1 \frac{\gamma}{g} \cdot F V\, (V \sin.\, \alpha - v \cos.\, \alpha)\, v \cos.\, \alpha,$$

1) Berechnung und Construction der Motoren etc. Supplementband, Abth. 2 des Handbuchs für den Maschinen-Constructeur. Leipzig. Baumgärtner's Buchhandlung, 1886, S. 132, Tafel 9.

2) Man sehe hierüber auch des Verfassers „Hydromechanik", 2. Auflage, Seite 706.

d. h. setzt ohne Weiteres F statt dF, führt das Binom $V \sin. \alpha - v \cos. \alpha$ in der ersten, statt zweiten Potenz ein u. s. w.[1]).

Die ganze Arbeit Wolff's ist eigentlich als ein trauriges Bild der Oberflächlichkeit gewisser Amerikaner zu betrachten, welche die Geschichte der mechanischen Wissenschaften fast gänzlich vernachlässigen. Als eine Merkwürdigkeit ist es daher zu bezeichnen, dass Wolff einer Arbeit des verstorbenen Ober-Baudirectors Hagen (Berlin) gedenkt, welche derselbe im Jahre 1874 der Berliner Akademie mittheilte und die sich auch in den betreffenden Abhandlungen dieser deutschen gelehrten Gesellschaft (S. 1, Januar bis April 1874) unter der Ueberschrift abgedruckt vorfindet:

„Messung des Widerstandes an den Planscheiben erfahren, wenn sie in normaler Richtung gegen ihre Ebenen durch die Luft bewegt werden."

Hagen gelangt dabei (a. a. O., S. 28) für gedachten Widerstand = W der Luft (bei der Temperatur von 15° C. und bei 28 Par. Zoll Barometerstand) zu der Formel:

$$W = (0{,}00707 + 0{,}0001125 \;.\; p)\, F \;.\; c^2,$$

worin p den Umfang der Scheibe, F den Flächeninhalt und c die Geschwindigkeit derselben in Decimetern bezeichnet.

Für schief gestellte Windflügel ist dieser Ausdruck ohne Werth. Man sehe deshalb sowohl des Verfassers „Hydromechanik" (zweite Aufl., §. 206), als auch L. Euler's Abhandlung in den Berliner Akademie-Memoiren vom Jahre 1756, pag. 175, wo der Windstoss auf schiefe Flächen dem Quadrate des Winkels proportional gesetzt ist, welchen der Wind mit der Flügelfläche bildet.

§. 36.

Nachtrag Nr. VII zu Bd I.

§. 98. „Leistungsbestimmungen der Dampfmaschinen."

Auf ganz besonderen Wunsch des Verfassers der Allgemeinen Maschinenlehre, nachstehende höchst praktische, von seinem Collegen an der Technischen Hochschule in Hannover, Herrn Professor Riehn, entworfene Tabellen zu Berechnungen bei Dampfmaschinen für sein Buch benutzen zu können, kam dieser Herr dem Wunsche nicht nur sehr gern nach, sondern war auch so gütig, die Zustellung mit folgenden Notizen zu begleiten:

1) Diese gänzlich verfehlte Theorie des Amerikaners Wolff ist noch viel weniger werth als eine andere, die von Crelle in der Abhandlung „Theorie des Windstosses" (Berlin 1802, Buchhandlung der Realschule) aufgestellt wurde und welche gleichfalls zeigte, dass Crelle Euler's Arbeit von 1756 nicht gekannt hatte.

Die Poncelet-Morin'sche Methode[1]) zur Berechnung der Arbeit einer Dampfmaschine, deren Abmessungen und allgemeinen Betriebsverhältnisse gegeben sind, oder die Bestimmung der Dimensionen einer zu entwerfenden Dampfmaschine nach dieser Berechnungsweise, kann immerhin noch als zulässig bezeichnet werden, sofern in irgend einem Falle eine näherungsweise Ermittelung überhaupt als genügend erachtet werden darf, oder sofern es sich um vorläufige Berechnungen handelt, welche die Grundlage zu nachfolgenden genaueren Festlegungen bilden sollen.

Bezeichnet man den Ausdruck

$$N_t = \frac{F\,(kp - q)}{75} \cdot v$$

als theoretische Arbeit (in Maschinenpferdekräften), wobei F die Kolbenfläche, kp den mittleren Dampfdruck, q den mittleren Gegendruck pro Flächeneinheit und v die Kolbengeschwindigkeit in Metern pro Secunde bedeutet[2]), so würde die effective Arbeit $= N_e$ zu berechnen sein, wenn das Verhältniss $\eta = \frac{N_e}{N_t}$ bekannt ist.

1) Poncelet, „Cours de Mécanique appliquée aux Machines". Lithographirte Hefte der École d'Application de l'Artillerie et du Génie (Metz) von 1832 etc. Section VII, Nr. 85 und 86.

2) In dem vorher angegebenen Werke Poncelet's findet sich Sect. VII, Nr. 85 die vom Wasserdampfe auf die Kolbenfläche übergetragene mechanische Arbeit $= \mathfrak{A}$ durch die Formel dargestellt:

$$(^1)\ \mathfrak{A} = p\,\mathfrak{V}\left\{1 + lgnt.\,\frac{p}{p_1} - \frac{p_2}{p_1}\right\},$$

worin p die Dampfpressung im Kessel pro Quadratmeter bezeichnet, p_1 diese Pressung gegen den Kolben der Maschine am Ende seines Weges und p_2 der Druck ist, welchen der Kolben in entgegengesetzter Richtung seiner Bewegung erfährt.

Das Dampfvolumen $\mathfrak{V}$ lässt sich darstellen, wenn l_1 der Admissionstheil des Schubes und ferner d der Durchmesser des Kolbens ist, durch $\mathfrak{V} = \frac{d^2\pi l_1}{4}$, oder für $\frac{d^2\pi}{4} = F$, durch $\mathfrak{V} = F\,.\,l_1$. Beachtet man ferner, dass $\frac{p}{p_1} = \frac{l}{l_1}$ ist und $\frac{p_2}{p_1} = \frac{q}{p}$ angenommen werden kann, so erhält man schliesslich aus (^{1}):

$$\mathfrak{A} = pFl_1 + pFl_1\,lgnt.\,\frac{l}{l_1} - qFl,$$

oder auch:

$$\mathfrak{A} = p(Fl)\,\frac{l_1}{l}\left[1 + lgnt.\,\frac{l}{l_1}\right] - qFl,$$

oder wenn man endlich:

$$p\,\frac{l_1}{l}\left(1 + lgnt.\,\frac{l}{l_1}\right) = pk \text{ setzt,}$$

$$(^2)\ \mathfrak{A} = Fl\,(pk - q) \text{ pr. Hub.}$$

Bei der Ermittelung dieses Werthes kann man auch das Verhältniss zwischen der effectiven und der indicirten Arbeit $= N_i$, also $\eta_1 = \frac{N_e}{N_i}$ festlegen [1]).

Die Bestimmung dieser Verhältnisszahlen bedingt die Einführung zuverlässiger Werthe für den Leergangswiderstand, für die zusätzliche Reibung und für das Verhältniss zwischen der durch gute Indicatordiagramme angezeigten Dampfarbeit und der durch die oben gegebene Formel theoretisch vorausgesetzten.

Geschieht die Ermittelung von η und η_1 unter Berücksichtigung der eben angedeuteten Grundlagen, so zeigt sich, dass diese Coëfficienten mit der Grösse der Maschinen wachsen, dass sie aber auch abhängig sind vom Füllungsverhältnisse und von der Admissionsspannung, und namentlich ergiebt sich der Coëfficient η bei Maschinen mit Condensation unter sonst gleichen Verhältnissen nicht kleiner, sondern ungefähr ebenso gross als bei solchen, die ohne Condensation arbeiten.

Uebrigens ist es wohl selbstverständlich, dass die in den nachstehenden Tabellen gegebenen Werthe von η und η_1 nur als Mittelwerthe für unter normalen Verhältnissen arbeitende Maschinen angesehen werden können.

Macht das Schwungrad U Touren pr. Minute, so folgt aus (2) die Arbeit pro Secunde, zu

$$\mathfrak{A}_s = \frac{F \cdot 2l \cdot U}{60} (pk - q),$$

d. i., wenn man mit v die secundliche Kolbengeschwindigkeit bezeichnet, da $\frac{2l \cdot U}{60} = v$ ist:

$$\mathfrak{A}_s = F (pk - q) v,$$

oder wenn diese theoretische Arbeit in Maschinenpferden $= N_t$ (à 75 mk.) ausgedrückt wird:

$$(3)\ N_t = \frac{F (pk - q) v}{75}.$$

Demnach ist die Anzahl der effectiven oder der Nutz-Pferdekräfte $= N_e$, wenn $\eta < 1$ ist:

$$(4)\ N_e = \eta \frac{F (pk - q) v}{75}.$$

1) Zur Bestimmung des sogenannten Expansionscoëfficienten $= k$ liefert Herr Professor Riehn folgende Tabelle:

$\frac{l_1}{l} =$	1/10	1/8	1/6	1/5	1/4	1/3	3/8	1/2	3/4	1
$k =$	0,33	0,38	0,46	0,52	0,60	0,70	0,74	0,85	0,97	1

Ferner wird gerathen zu nehmen:

$q = 1{,}1$ bis $1{,}2$ bei Maschinen ohne Condensation,
$q = 0{,}15$ bis $0{,}20$ „ „ mit „

Maschinen mit Condensation.

N = 5

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,69	0,62	0,62	0,56	0,54	0,49	—	—	—	—
„ 5	0,75	0,67	0,70	0,63	0,65	0,58	0,60	0,54	0,56	0,50
„ 8	0,79	0,71	0,76	0,68	0,73	0,66	0,70	0,63	0,67	0,60
„ 10	0,79	0,71	0,77	0,69	0,75	0,68	0,73	0,66	0,70	0,63

N = 10

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,70	0,63	0,63	0,57	0,56	0,50	—	—	—	—
„ 5	0,76	0,68	0,72	0,65	0,67	0,60	0,62	0,56	0,57	0,51
„ 8	0,79	0,71	0,77	0,69	0,75	0,67	0,72	0,65	0,69	0,62
„ 10	0,80	0,72	0,78	0,70	0,76	0,68	0,74	0,66	0,72	0,65

N = 20

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,73	0,66	0,67	0,60	0,60	0,54	—	—	—	—
„ 5	0,77	0,69	0,73	0,66	0,69	0,62	0,65	0,60	0,61	0,55
„ 8	0,81	0,73	0,79	0,71	0,77	0,69	0,74	0,67	0,71	0,64
„ 10	0,82	0,74	0,80	0,72	0,78	0,70	0,76	0,68	0,74	0,66

N = 30

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,75	0,67	0,70	0,63	0,64	0,58	—	—	—	—
„ 5	0,80	0,72	0,77	0,69	0,74	0,67	0,70	0,63	0,66	0,60
„ 8	0,82	0,74	0,80	0,72	0,78	0,70	0,76	0,68	0,73	0,66
„ 10	0,83	0,75	0,82	0,74	0,80	0,72	0,78	0,70	0,76	0,68

N = 50

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,77	0,69	0,72	0,65	0,67	0,60	—	—	—	—
„ 5	0,81	0,73	0,78	0,70	0,75	0,68	0,72	0,65	0,69	0,62
„ 8	0,83	0,75	0,80	0,73	0,79	0,71	0,77	0,69	0,75	0,67
„ 10	0,84	0,76	0,83	0,75	0,82	0,74	0,80	0,72	0,78	0,70

N = 70

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,79	0,71	0,74	0,67	0,69	0,62	—	—	—	—
„ 5	0,82	0,74	0,80	0,72	0,77	0,69	0,74	0,67	0,71	0,64
„ 8	0,84	0,76	0,83	0,75	0,81	0,73	0,79	0,71	0,77	0,69
„ 10	0,85	0,77	0,84	0,76	0,83	0,75	0,82	0,74	0,80	0,72

N = 100

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,80	0,72	0,76	0,68	0,71	0,64	—	—	—	—
„ 5	0,83	0,75	0,81	0,73	0,79	0,71	0,76	0,68	0,73	0,66
„ 8	0,85	0,77	0,84	0,76	0,83	0,75	0,81	0,73	0,79	0,71
„ 10	0,86	0,77	0,85	0,77	0,84	0,76	0,83	0,75	0,81	0,73

N = 150

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,81	0,73	0,77	0,69	0,73	0,66	—	—	—	—
„ 5	0,84	0,76	0,82	0,74	0,80	0,72	0,78	0,70	0,75	0,67
„ 8	0,86	0,77	0,85	0,76	0,84	0,75	0,82	0,74	0,80	0,72
„ 10	0,87	0,78	0,86	0,77	0,85	0,76	0,84	0,75	0,82	0,74

N = 200

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,82	0,74	0,79	0,71	0,75	0,67	—	—	—	—
„ 5	0,85	0,76	0,83	0,75	0,81	0,73	0,79	0,71	0,76	0,68
„ 8	0,87	0,78	0,86	0,77	0,85	0,76	0,83	0,75	0,81	0,73
„ 10	0,88	0,79	0,87	0,78	0,86	0,77	0,85	0,76	0,83	0,75

N = 300

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,83	0,75	0,80	0,72	0,76	0,68	—	—	—	—
„ 5	0,86	0,77	0,84	0,76	0,82	0,74	0,80	0,72	0,77	0,69
„ 8	0,88	0,79	0,87	0,78	0,86	0,77	0,84	0,76	0,82	0,74
„ 10	0,89	0,80	0,88	0,79	0,87	0,78	0,86	0,77	0,84	0,75

N = 500

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,84	0,76	0,81	0,73	0,77	0,69	—	—	—	—
„ 5	0,87	0,78	0,85	0,77	0,83	0,75	0,81	0,73	0,78	0,70
„ 8	0,89	0,80	0,88	0,79	0,87	0,78	0,85	0,76	0,83	0,74
„ 10	0,90	0,81	0,89	0,80	0,88	0,79	0,87	0,78	0,85	0,76

N = 1000

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,84	0,75	0,81	0,73	0,78	0,70	—	—	—	—
„ 5	0,87	0,78	0,85	0,76	0,83	0,75	0,81	0,73	0,79	0,71
„ 8	0,89	0,80	0,88	0,79	0,87	0,78	0,86	0,77	0,84	0,75
„ 10	0,90	0,81	0,89	0,80	0,88	0,79	0,87	0,78	0,85	0,76

(Fortsetzung der Tabellen auf folgender Seite.)

Maschinen ohne Condensation.

N = 2

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,66	0,56	0,50	0,42	—	—	—	—	—	—
„ 5	0,76	0,64	0,70	0,59	0,63	0,54	—	—	—	—
„ 8	0,80	0,68	0,76	0,64	0,72	0,61	0,67	0,57	—	—
„ 10	0,80	0,68	0,78	0,66	0,76	0,64	0,73	0,62	0,70	0,59

N = 5

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,67	0,57	0,51	0,43	—	—	—	—	—	—
„ 5	0,76	0,64	0,71	0,60	0,64	0,54	—	—	—	—
„ 8	0,80	0,68	0,76	0,65	0,72	0,62	0,68	0,58	—	—
„ 10	0,80	0,68	0,78	0,66	0,76	0,64	0,73	0,62	0,70	0,60

N = 10

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,70	0,59	0,55	0,46	—	—	—	—	—	—
„ 5	0,78	0,66	0,72	0,61	0,65	0,55	—	—	—	—
„ 8	0,80	0,68	0,77	0,66	0,74	0,63	0,70	0,60	—	—
„ 10	0,82	0,70	0,80	0,67	0,78	0,65	0,75	0,63	0,72	0,61

N = 20

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,71	0,60	0,59	0,50	—	—	—	—	—	—
„ 5	0,79	0,67	0,74	0,63	0,68	0,58	—	—	—	—
„ 8	0,82	0,70	0,79	0,67	0,76	0,64	0,72	0,60	—	—
„ 10	0,83	0,71	0,81	0,69	0,79	0,67	0,77	0,65	0,74	0,63

N = 30

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,73	0,62	0,62	0,53	—	—	—	—	—	—
„ 5	0,80	0,68	0,75	0,64	0,70	0,60	—	—	—	—
„ 8	0,83	0,71	0,80	0,69	0,77	0,66	0,74	0,63	—	—
„ 10	0,83	0,71	0,82	0,70	0,80	0,68	0,78	0,66	0,76	0,64

N = 50

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,75	0,64	0,63	0,54	—	—	—	—	—	—
„ 5	0,81	0,69	0,77	0,66	0,73	0,62	—	—	—	—
„ 8	0,84	0,71	0,82	0,69	0,79	0,67	0,76	0,65	—	—
„ 10	0,84	0,71	0,83	0,70	0,81	0,69	0,79	0,67	0,77	0,65

N = 70

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,77	0,65	0,68	0,58	—	—	—	—	—	—
„ 5	0,83	0,70	0,79	0,68	0,75	0,65	—	—	—	—
„ 8	0,85	0,72	0,83	0,70	0,81	0,68	0,78	0,66	—	—
„ 10	0,85	0,72	0,84	0,71	0,83	0,70	0,81	0,69	0,79	0,67

N = 100

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,79	0,67	0,70	0,59	—	—	—	—	—	—
„ 5	0,84	0,71	0,81	0,68	0,77	0,65	—	—	—	—
„ 8	0,86	0,73	0,84	0,72	0,82	0,70	0,80	0,68	—	—
„ 10	0,86	0,73	0,85	0,72	0,84	0,71	0,83	0,70	0,81	0,69

N = 150

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,80	0,68	0,75	0,62	—	—	—	—	—	—
„ 5	0,85	0,72	0,82	0,70	0,79	0,67	—	—	—	—
„ 8	0,87	0,74	0,85	0,73	0,83	0,71	0,81	0,69	—	—
„ 10	0,87	0,74	0,86	0,73	0,85	0,72	0,84	0,71	0,82	0,70

N = 200

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,81	0,69	0,73	0,62	—	—	—	—	—	—
„ 5	0,85	0,72	0,82	0,70	0,79	0,67	—	—	—	—
„ 8	0,87	0,74	0,85	0,72	0,83	0,71	0,81	0,69	—	—
„ 10	0,88	0,75	0,87	0,74	0,86	0,73	0,84	0,71	0,82	0,70

N = 500

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,83	0,70	0,76	0,65	—	—	—	—	—	—
„ 5	0,87	0,74	0,84	0,72	0,81	0,69	—	—	—	—
„ 8	0,89	0,75	0,87	0,74	0,85	0,72	0,83	0,70	—	—
„ 10	0,89	0,76	0,88	0,75	0,87	0,74	0,86	0,73	0,84	0,71

N = 1000

l_1/l	0,8		1/3		1/5		1/8		1/10	
	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η	η_1	η
p = 3	0,84	0,71	0,80	0,68	—	—	—	—	—	—
„ 5	0,88	0,73	0,85	0,72	0,82	0,72	—	—	—	—
„ 8	0,89	0,75	0,88	0,74	0,87	0,73	0,85	0,72	—	—
„ 10	0,90	0,76	0,89	0,75	0,88	0,74	0,87	0,73	0,85	0,72

Um den Gebrauch der Tabellen kennen zu lernen, wählen wir als Beispiel Nr. 1 die bereits Band I, Seite 569—571 erörterte Dampfmaschine, für welche der Durchmesser des Arbeitskolbens $d = 24{,}8$ cm bei $l = 0{,}534$ m Hub, also $\frac{d^2\pi}{4} = 483$ qcm, die mittlere Kolbengeschwindigkeit $v = 1{,}175$ m, der Admissionsdampfdruck $p = 3{,}23$ Atm. und $\frac{l_1}{l} = {}^1/_2$ war.

Zunächst ist (nach S. 690) $k = 0{,}85$ und daher, wenn q (der mittlere Gegendruck) zu 1,20 Atm. angenommen wird, die theoretische Leistung N_t:

$$N_t = \frac{483\ (0{,}85\ .\ 3{,}23 - 1{,}2)}{75}\ .\ 1{,}175 = 11{,}72.$$

Ermittelt man nun aus den Riehn'schen Tabellen den Wirkungsgrad (das Güteverhältniss) $\eta = 0{,}54$, so ergiebt sich die effective Leistung der Maschine zu

$$N_e = 0{,}54\ .\ 11{,}72 = 6{,}34.$$

Mit Hülfe der mech. Wärmetheorie ergab sich Bd. I, S. 573 für dasselbe Beispiel $N_t = 10{,}37$. Hätte man daher $\eta = 0{,}611$ angenommen, so würde sich gleichfalls ergeben haben: $N_e = 0{,}611\ .\ 10{,}37$, d. i. $N_e = 6{,}336$.

Nach den Redtenbacher'schen Tabellen (Resultate, 6. Aufl., S. 247) ist circa $N_e = 6$.

Als Beispiel Nr. 2 berechnen wir den Kolbendurchmesser (= d) einer Dampfmaschine, welche 30 effective Maschinenpferdekräfte leisten soll, wobei $p = 5$ Atmosphären als Admissionsdruck, $\frac{l_1}{l} = {}^1/_3$ und die mittlere Kolbengeschwindigkeit $v = 1{,}25$ m angenommen wird. Die Maschine arbeite ohne Condensation, so dass der Gegendruck $q = 1{,}20$ gesetzt werden kann.

Die Riehn'sche Formel liefert hier:

$$\frac{d^2\pi}{4} = \frac{75\ .\ N_e}{\eta\ (kp - q)\ v}.$$

Da ferner nach Note 1 (S. 690) der Expansionscoëfficient $k = 0{,}70$, und η (durch Interpolation) aus den Tabellen sich zu $\eta = 0{,}64$ ergiebt, so erhält man:

$$\frac{d^2\pi}{4} = \frac{75\ .\ 30}{0{,}64\ (0{,}70\ .\ 5 - 1{,}2)\ 1{,}25} = 1223 \text{ qcm, daher } d = 39{,}50 \text{ cm.}$$

§. 37.

Nachtrag Nr. VIII zu Bd. I.

§. 109. „Kalorische Kraftmaschinen." 1)

Seit dem Erscheinen der zweiten Auflage des genannten Bandes (1875) hat die Gaskraftmaschine (Fig. 424, S. 644, Bd. I) eine derartig wesentliche Verbesserung erfahren, dass die Maschine von Otto als ein ganz neues System von Gaskraft-

1) Literatur: Slaby: „Der geräuschlose Otto'sche Gasmotor".

maschinen, gegenüber den früheren Otto-Langen'schen Maschinen, zu betrachten ist [1]). Die frühere gewaltige Explosion des Gemisches, aus Leuchtgas und atmosphärischer Luft (Knallgas) bestehend, ist gewissermaassen zu einer Reihe schnell aufeinander folgender geringer Explosionen geworden; das Gemisch verbrennt, von der Entzündungsstelle fortschreitend, nach und nach, so dass der eigentliche Charakter der Explosion fast ganz verschwunden und die Maschine zu einer Gaskraft-Maschine mit langsamer Verbrennung geworden ist. Auch das mehr oder weniger unangenehme Geräusch, welches das die Auslösung des Kolbens bei Auffluge desselben bewirkende Schaltwerk (Bd. I, S. 643, Fig. 424) machte, ist nicht mehr vorhanden, die Maschine ist jetzt mit dem Schubkurbel-Mechanismus ausgestattet.

Diese Erfolge konnten offenbar nur dadurch entstanden sein, dass dem alten Principe ein wesentlich neues hinzugefügt wurde. Neu ist aber:

1) Die Anwendung der Compression des Gasgemisches vor der Zündung; 2) die Herbeiführung einer (bereits erwähnten) langsamen Verbrennung; und 3) die Vergrösserung der Kolbengeschwindigkeit.

Nach dieser Einleitung wenden wir uns zunächst zur Beschreibung des Otto'schen Gasmotors selbst, wie solcher von der Gasmotoren-Fabrik Deutz (in Deutz bei Köln) zur Zeit geliefert wird.

Verhandlungen des Vereins zur Beförderung d. Gewerbfl. in Preussen, Jahrgang 1878, S. 46.

Slaby: „Die Kleinmotorenfrage und ihr augenblicklicher Standpunkt". Zeitschr. d. V. d. Ingenieure, October 1880, S. 497.

Schöttler: „Die neueren Gaskraftmaschinen". Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure Nr. 25, 1880, S. 221.

Hosemann: „Ueber Kleinmotoren". Berlin 1881.

Schöttler: „Die Gasmaschine". Braunschweig und Leipzig 1882.

Fink: „Zur Theorie der Gaskraftmaschinen" (Festschrift der Berliner Techn. Hochschule). Zeitschr. d. V. d. Ingenieure, 1885, S. 251.

Teichmann: „Vortrag über Gaskraftmaschinen". Zeitschr. d. V. d. Ingenieure Nr. 13 vom 26. März 1887, S. 271.

Schöttler und Teichmann, ebendaselbst Nr. 18 vom 30. April 1887, S. 380.

Köhler: „Theorie der Gasmotoren". Leipzig, Baumgärtner's Buchhandlung, 1887.

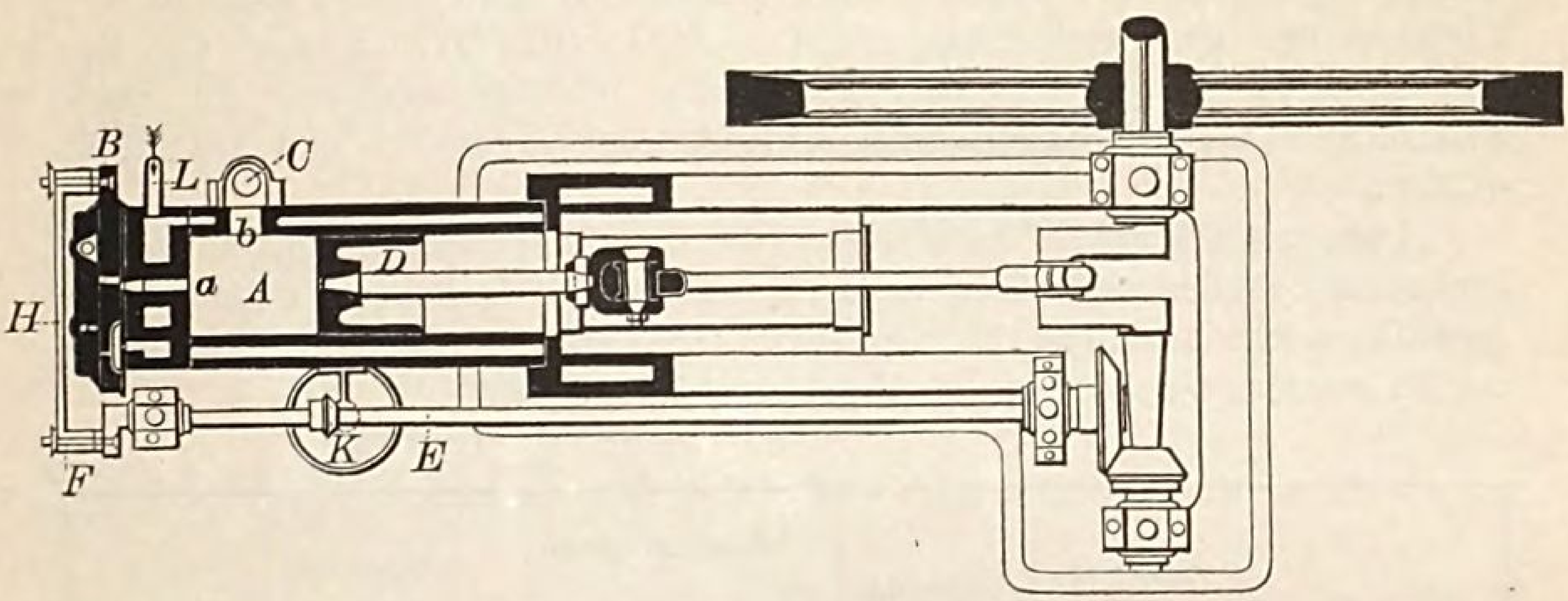
Zeuner: „Technische Thermodynamik". Völlig umgearbeitete dritte Auflage des bereits Bd. I, S. 531 (Note 6) citirten Werkes. Leipzig 1887, S. 380, §. 74.

1) Die (neue) Otto'sche Gaskraftmaschine wurde 1877 der Gasmotoren-Fabrik Deutz in Deutz bei Köln patentirt und zwar bis zum 5. Juni 1891 unter Nr. 532.

Ein zweites deutsches Reichspatent wurde derselben Fabrik unter dem 4. August 1877 ertheilt und zwar als Nr. 2735 „Auf Verbesserungen an dem der genannten Fabrik unter Nr. 532 patentirten Gasmotor."

A (Fig. 527) ist der mit einem Abkühlmantel umgebene, an dem Ende rechts (in unserer Abbildung) offene Arbeitscylinder, dessen Kolben *D* durch die lebendige Kraft des Schwungrades bewegt wird. *a* ist die Oeffnung für den Einlass des Gemisches aus Leuchtgas und atmosphärischer Luft, dagegen *b* die Austrittsstelle für die Verbrennungsproducte. Zum Schliessen und Oeffnen von *a* dient ein Schieber *B*, wogegen zu gleichem Zwecke die Austrittsöffnung *b* mit einem Ventile *C* ausgestattet ist. Die Uebertragung der Bewegung des Kolbens *D*, unter Einschaltung von Lenkstange und Krummzapfen, auf die Schwungradwelle ist die allbekannte bei Dampfmaschinen ohne Balancier und mit festliegendem Arbeitscylinder.

Fig. 527.



Von der Schwungradwelle aus wird mit Hülfe eines Kegelradpaares die Steuerwelle *E* in Umdrehung versetzt, welche weiter auf den Umlauf der Kurbel *F* wirkt und unter Zwischenbringen der Pleulstange *H* den Schieber *B* bewegt. *K* ist ein Gehäuse, in welchem sich ein Centrifugal-Regulator befindet, der durch Kegelräder von der Welle *E* aus seine Bewegung erhält. *L* ist ein Rohr zur Zuleitung von Kühlwasser.

Nachdem wir durch vorstehende Erörterung im Allgemeinen (übersichtlich) den constructiven Theil des Motors kennen gelernt haben, bestreben wir uns, den Vorgang innerhalb des Arbeitscylinders *AD* kennen zu lernen.

Hierzu werde vorerst bemerkt, dass die Maschine eine sogenannte halbwirkende, d. h. eine solche ist, dass bei zwei vollen Schwungradumdrehungen nur eine Gasexplosion stattfindet. Der eigentliche Arbeitsgang ist dann folgender: Bewegt sich der Kolben *D* vorwärts, nach rechts (in Fig. 527), d. h. gegen die Schwungradwelle hin, so wird das explosible Gasgemisch durch die Oeffnung *a* angesogen und dann beim Rückwärtsgange des Kolbens das Gasgemisch comprimirt. Hierauf geht der Kolben wieder vorwärts und es erfolgt durch die Oeffnung *a* die Zündung des Gasgemisches. Beim abermaligen Rückgange des Kolbens werden die Verbrennungsproducte durch die Oeffnung *b* und durch das Ventil *C* herausgetrieben.

Die Reihenfolge der in vier einfachen aufeinander folgenden Hüben, als sogenannter Viertact, stattfindenden Wirkungen (und zwar auf einer Seite des Kolbens) sind hiernach:

1. Das Ansaugen der Gase in den Cylinder.
2. Die Compression derselben.
3. Verbrennung und Arbeit derselben und
4. Austritt derselben aus dem Cylinder.

Damit aber der Arbeitsgang in der erörterten Weise vor sich gehen kann, muss der Schieber *B* nur halb so viel Hübe wie der Kolben machen. Es wird dies dadurch erreicht, dass die Umdrehungszahlen der Kegelräder, welche die Steuerwelle *E* von der Kurbelwelle aus in Umdrehung versetzen, sich wie 2 : 1 verhalten.

Was nach Vorstehendem zu einer übersichtlichen Kenntnissnahme der neuesten Maschinen der „Gasmotoren-Fabrik Deutz (innerhalb des Rahmens gegenwärtigen Buches) noch erforderlich sein dürfte, entlehnt der Verfasser den ihm gütigst zugestellten „Befunds-Urkunden“ des Beurtheilungs-Ausschusses der Gasmotoren, welche 1886 zur Ausstellung für Handwerkstechnik und Hauswirthschaft in Karlsruhe eingesandt und ausgestellt wurden.

Die genannte Fabrik hatte unter Anderem einen Gasmotor mit horizontal liegendem Cylinder und einen anderen mit vertikal stehendem Cylinder ausgestellt, welche beide (am 21. September 1886) einer genauen Prüfung unterworfen wurden, welche folgende Ergebnisse hatte:

Bezeichnung des Motors.	Zeitdauer des Versuchs in Minuten.	Leistung in Maschinen-Pferdekräften.	Gasverbrauch pr. Std. in Cubikmetern.	Gasverbrauch pr. Std. und Pferdekr. in Cubikmetern.	Gasverbrauch der Zündflamme in Cubikmetern.	Mittlere Tourenzahl pr. Minute.
Liegender Motor	30	0	0,788	—	0,084	185,1
	40	3,714	3,372	0,908	0,084	180,8
	40	1,884	1,978	1,050	0,084	183,5
Stehender Motor	30	0	0,695	—	0,095	187,80
	40	3,667	3,594	0,980	0,094	178,55
	40	1,901	2,131	1,121	0,096	185,10

Der Kühlwasserverbrauch betrug im Mittel 46 Liter pr. Stunde und pr. Maschinenpferdekraft und bei einer Temperatur des zuströmenden Wassers von 13° C., während das ausfliessende Wasser 60° C. zeigte.

Die Maschinen liefen ruhig und gleichmässig und zeigte ein in Verwendung gebrachter Tachometer eine maximale Schwankung von 3% für den liegenden, und 2,4% für den stehenden Motor, auf und ab von der mittleren Tourenzahl.

Der Gang der Maschine wurde nahezu als geräuschlos bezeichnet; Bau und Construction waren in bekannter Weise solide und rationell ausgeführt.

Der erforderlichen grossen Gleichförmigkeit der Bewegung wegen baut die Deutzer Fabrik seit einiger Zeit auch (zweicylindrige) Zwillingsmotoren (insbesondere) für elektrisches Licht und zwar für nachbemerkte Arbeitsgrössen und correspondirende Tourenzahlen:

Grösse in Maschinenpferden	3	5	8	12	16	20	25	30	40	50
Correspondir. Tourenzahlen pro Minute	200	200	180	160	160	160	140	140	140	140

Eine der merkwürdigsten und beachtungswerthesten Anwendungen der sogenannten Zwillings-Gasmotoren für grössere Arbeiten hat (1886) der Civil-Ingenieur Grahn (in unserem Buche durch die Construction der Wasserwerke des Herrn F. Krupp in Essen, S. 443 etc., rühmlichst bekannt) durch Benutzung derselben für das Wasser-Pumpenwerk der Stadt Coblenz gemacht, wozu allerdings bemerkt werden muss, dass die Stadt auch Besitzerin des Gaswerkes zur Beleuchtung der Stadt etc. ist und die Gestehungskosten des Leuchtgases nicht mehr als 6 Pfennig pro Cubikmeter betragen sollen[1]).

Wie alle mehr oder weniger gelungenen Werke der Menschen stets Concurrenz hervorrufen, so haben sich auch seit Ende der 70er Jahre ausser der Deutzer Gasmotoren-Fabrik andere Maschinen-Bauetablissements mit dem Bau und mehr oder weniger veränderter Construction dieser Gattung von Kraftmaschinen beschäftigt, wovon an deutschen Firmen insbesondere zu nennen sind: Gebrüder Körting in Hannover, Buss, Sombart & Co. in Magdeburg, Gasmotoren-Fabrik in Mannheim, Benz & Co. (Rheinische Gasmotorenfabrik) ebendaselbst, Maschinen-Baugesellschaft München in München u. m. a.

Zweck und Raum gestatten es nicht, diese sämmtlichen Maschinen hier zu besprechen, so dass wir gezwungen sind, für das Studium derselben auf die S. 209 verzeichneten Bücher, sowie auf die Patentschriften des Deutschen Reiches zu verweisen[2]) und schliesslich uns auf Besprechung der Maschinen beschränken müssen, welche die uns am nächsten liegende Maschinenfabrik, die der Gebrüder Körting in Hannover, liefert, über deren Pulsometer wir bereits von Seite 398 bis mit Seite 401 ausführlich berichteten.

Körting's Gasmotoren arbeiten ebenso wie die der Deutzer Fabrik mit sogenanntem Vierteltacte; die Körting'sche Fabrik erbaut ihre Maschinen jedoch vorzugsweise mit vertikal stehenden Cylindern, wie die auf folgender Seite stehende Skizze erkennen lässt. Besonderen Werth wird Seitens derselben Fabrik auf den Fortfall des bei den Deutzer Maschinen verwendeten Schiebers

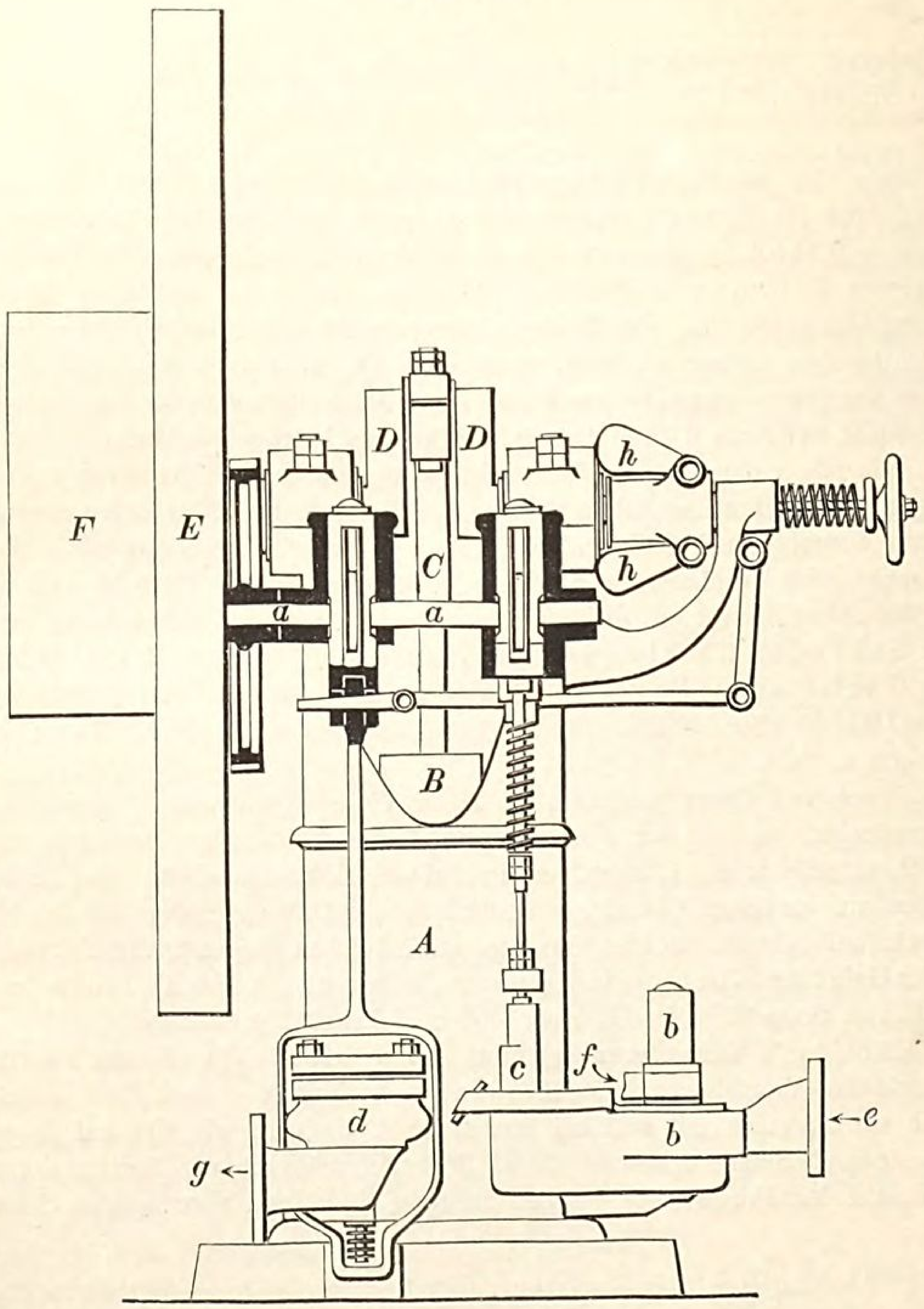
1) Ausführliches über das neue durch Leuchtgasmotoren betriebene Wasser-Pumpwerk der Stadt Coblenz liefert das Hannoversche Gewerbeblatt Nr. 23, Jahrg. 1886, S. 380 und S. 391.

2) Schöttler („Die Gasmaschine") liefert S. 114—116 seines werthvollen Buches ein bis 1881 (Ende December) reichendes Verzeichniss deutscher Patentschriften über Gasmotoren.

gelegt, welcher durch ein sogenanntes Mischventil, ein Ventil zum Einlass des Explosionsgemisches und durch ein besonderes patentirtes Zündventil ersetzt ist.

In unserer Skizze Fig. 528 ist *A* der mit einem Kühlmantel umgebene Arbeitscylinder, *B* der zugehörige Kolben, sowie *C* die Pleulstange, *D* der

Fig. 528.



Krummzapfen, *E* das Schwungrad und schliesslich *F* die zugehörige active Riemenscheibe.

Durch ein Zahnradvorgelege mit vierfacher Uebersetzung wird die Steuerwelle *a* in Umdrehung gesetzt, von welcher Welle aus die Ventile mittelst

Scheiben und Daumen ihre Bewegung erhalten. In unserer Skizze ist das Mischventil mit *b*, der Zünder mit *c* und dass Auslassventil mit *d* bezeichnet. In das Mischventil tritt die atmosphärische Luft bei *e*, das Leuchtgas bei *f* ein, während *g* die Stelle bezeichnet, an welcher die Verbrennungsproducte entweichen. Mit dem Buchstaben *hh* ist der erforderliche Regulator markirt.

Wie mit den Deutzer Gasmotoren wurden auch bei der Karlsruher Ausstellung für Handwerkstechnik und Hauswirthschaft mit Körting'schen Maschinen sorgfältige Versuche angestellt, deren Hauptresultate in nachfolgender Tabelle zusammengestellt sind:

Bezeichnung des Motors.	Zeitdauer des Versuchs in Minuten.	Leistung in effectiven Maschin.-Pferdekräften.	Gasverbrauch in Cubikmetern pro Stunde.	Gasverbrauch in Cubikmetern pr. Stde. und pr. Maschin.-pferd.	Gasverbrauch der Zündflamme pr. Stunde in Cubikmet.	Mittlere Tourenzahl pr. Minute.
Stehender Motor von 1 Masch.-pferd	30	0	0,332	—	0,027	193,40
	23	1,430	1,479	1,035	0,0195	187,20
	40	1,332	1,446	1,086	0,023	202,20
	40	0,832	0,964	1,160	0,022	201,73
Stehender Motor von 6 Masch.-pferden	30	0	2,554	—	0,035	171,33
	40	3,001	4,062	1,327	0,032	175,30
	40	6,170	5,547	0 809	0,030	167,30

Die Kühlung des Cylinders geschah bei beiden Maschinen nicht wie gewöhnlich durch sich fortwährend erneuerndes Wasser aus der Wasserleitung, sondern durch in Körting'schen Rippenkühlern circulirendes Wasser.

Die Construction der Maschine wurde als einfach bezeichnet, vor Allem die Art der Zündung. Der Gang der Maschine zeigte sich gleichmässig und ohne unangenehmes Geräusch. Dem Baue wurde, den Kraftleistungen entsprechend, das Prädicat solid ertheilt.

Der Gasmotor von 5 Maschinenpferden wurde genauer auf die Gleichmässigkeit seines Ganges untersucht und zeigte in kürzeren Zeiträumen Schwankungen bis zu 1,5 %, in grösseren Zeiträumen bis 4 % von der mittleren Tourenzahl auf und ab, doch fanden die Schwankungen sehr ruhig, ohne jede Stosswirkung statt.

Die Kühlung der Cylinderwandungen mittelst der Körting'schen Rippenkühler bewährte sich vollkommen, wobei besonders bemerkt wurde, dass unter Weglassung derselben auch sofort die gewöhnliche Wasserkühlung angewandt werden kann.

Als Schluss vorbemerkter Erörterungen gestattet sich der Verfasser vorerst die Bemerkung, dass er die Heiss-Luftmaschine (calorische Maschine) der Gegenwart absichtlich ganz ausser Betracht gelassen hat, weil diese Mo-

torengattung, selbst für den Kleingewerbbetrieb, mit Uebeln behaftet ist, welche diese Maschinen (nach seinen Erfahrungen) wenig oder gar nicht empfehlenswerth machen. Dahin gehört besonders ihr grosses Gewicht und mehr noch ihre schnelle Abnutzung (das Verbrennen ihrer Theile) durch die Einwirkung heisser Luft auf das zu ihrem Baue erforderliche Eisen.

Dagegen hält es der Verfasser für angemessen, einen kleinen Beitrag zur Beantwortung der Frage über den empfehlenswerthesten Motor für das (sogenannte) Kleingewerbe zu liefern und zwar dadurch, dass er einige beachtenswerthe Angaben, Versuchsresultate etc. im Nachfolgenden übersichtlich zusammenstellt.

Als erstbeste Arbeit zur Beantwortung der Frage muss auch jetzt noch die bezeichnet werden, welche Prof. Grove im Jahrgang 1876, S. 269—273, im hannoverschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe geliefert hat[1]).

Indem Grove eine Betriebskraft von etwa zwei Maschinenpferdekräften zu Grunde legt, findet er nach sorgfältigen Berechnungen, dass die einfache Maschinenpferdekraft (Zinsen des Anlagekapitals, Amortisation und Unterhaltungskosten inbegriffen) stündlich kostet:

Bei der Dampfmaschine	36,60	Pfennig,
bei der (geschlossenen) kalorischen Maschine	28,50	„
bei der Gaskraft- und Petroleum-Maschine	25,50	„
„ „ Wasserdruckmaschine	95,50	„
„ (lebenden) Pferden am Göpel . . .	45,00	„
„ Menschenkräften (8 Arbeiter pr. Maschinenpferd gerechnet)	200,00	„

Da sich nach 11 Jahren (seit 1887), wenigstens für die Stadt Hannover, einige der von Grove gemachten Angaben etwas geändert haben und mit Rücksicht darauf, dass wir aus vorher angegebenen Gründen die kalorischen Maschinen für Kleingewerbbetriebe nicht empfehlenswerth halten, folgen hier noch einige andere Berechnungen.

Auf der Ausstellung für Handwerks-Technik in Dresden im Jahre 1884 erregte neben Hoffmeister's Dampfmotor[2]) in Wien (unter Nr. 154 des

1) Der Verfasser benutzt die Gelegenheit, auf einen älteren Vergleich der Leistung verschiedener Motore hinzuweisen, welcher 1857 in einer Sitzung der Londoner Institution of Civil Engineer's (nach der Zeitschr. des hannov. Arch.- und Ing.-Vereins, Bd. III, 1857, S. 441) gemacht wurde. Hiernach kann für 1 Schilling Kostenaufwand während eines Tages auf einen Fuss Höhe gefördert werden:

durch Handarbeit	600 000	Pfund
„ Pferdearbeit	3 600 000	„
„ Dampfarbeit	56 000 000	„
„ Elektromagnetismus	300 000	„

2) Hannoversches Gewerbeblatt Jahrgang 1884, Seite 1. Deutsche Reichspatente Nr. 11 384, Nr. 13 084 und Nr. 19 874. Zeitschr. d. Ver. d. Ingenieure 1885, Seite 29 (Mittheilungen von Schöttler). Hartig im Civilingenieur von 1884, Seite 570.

Ausstellungskatalogs), wobei die Betriebskosten zu 40 bis 50 Pfennigen pro Tag und pro Pferdekraft angegeben wurden, ganz besonderes Aufsehen der Dampfmotor von Lilienthal in Berlin (Katalognummer 160), dessen eigenthümlicher Kessel, in Verbindung mit besonderer Condensirung des Abdampfes, ein fast unglaublich geringes Quantum von Brennmaterial verbrauchte [1]).

Nach dem unten angegebenen hannoverschen Gewerbeblatte (Seite 134) kostet ein zweipferdiger Lilienthal'scher Dampfmotor mit Allem 2300 Mk., daher erhält man:

Für Amortisation und Zinsen der 2300 Mark, zu 12 % gerechnet, jährlich 276 Mark, daher pro Stunde und pro Pferdekraft, jährlich 300 Tage und täglich 10 Arbeitsstunden gerechnet:

1) $\frac{27\,600}{2\,.\,300\,.\,10} = \frac{27\,600}{6\,000}$ 4,60 Pfennig [2])

2) An Kokes pro Stunde und pro Pferdekraft (nach Dresdener Resultaten) . 10,56 „

3) Kosten für Oel und Wartung 2,75 „

Daher pro Stunde und pro Pferdekraft 17,91 Pfennig.

Diesen Berechnungen stellen (im unten angegebenen hannoverschen Gewerbeblatte) die Herren Gebrüder Körting Folgendes gegenüber:

Für Amortisation etc. eines zweipferdigen Gasmotors im Preise von 1500 Mark, zu 10 % gerechnet = 150 Mark = 15 000 Pfennig, demnach:

1) Amortisation und Zinsen $\frac{15\,000}{2\,.\,300\,.\,10}$. . . 2,5 Pfennig,

2) Gasverbrauch pro Stunde [3]) und pro Pferdekraft 10,8 „

3) Oel und Wartung 1,5 „

Daher pro Stunde und pro Pferdekraft . 14,8 Pfennig.

Das Grove'sche Resultat, betreffend die Kosten einer (kleinen, ebenfalls zweipferdigen) Wasserdruckmaschine [4]), stellt sich nach den jetzigen Preisen,

1) Hannoversches Gewerbeblatt, Jahrg. 1885, S. 129—136. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1885, S. 30 (Schöttler's Mittheilungen). Dann der Civilingenieur, Jahrg. 1884, S. 571 (Hartig über die Certificate der Dresdener Ausstellung) und endlich die Reichs-Patent-Nummern 16 103 und 18 471.

Der Dampfkessel des Lilienthal'schen Motors besteht aus einem inneren aufwärts und einem äusseren abwärts verlaufenden schraubengangförmig gewundenen Kupferrohre (von 15 mm Durchmesser), wobei man drei conaxiale Feuerzüge angeordnet hat. Der innere Rohrgang bildet die Feuerbüchse. Das Speisewasser wird durch Condensirung des Abdampfes erhalten.

2) Hannoversches Gewerbeblatt, Jahrg. 1885, S. 151 etc.

3) Die Gascompagnie der Stadt Hannover liefert zur Verwendung bei Gaskraftmaschinen den Cubikmeter Leuchtgas zu 12 Pfennigen. Rechnet man daher pro Stunde und Pferdekraft 0,90 Cubikmeter Leuchtgas, so giebt dies (wie oben) 12 . 0,9 = 10,8 Pfennig als Ausgabe für Gas.

4) Hannoversches Wochenblatt vom 12. August 1876, S. 272.

wozu die städtische hannoversche Wasserkunst gegenwärtig Betriebswasser für Kleinmotoren liefert, (speciell) wie folgt:

1) Für Amortisation, Verzinsung und Reparaturen, 10 % des Anschaffungspreises (750 Mark pro Pferdekraft)	2,5 Pfennig
2) Für 9 cbm (stündlich) Betriebswasser (30 m Druckhöhe vorausgesetzt), den Cubikmeter zu 15 Pfennig	135,0 „
3) Für Wartung und Oel	3,0 „
Daher Kosten einer Pferdekr. (stündlich)	140,5 Pfennig.

Um schliesslich noch nachzuweisen, dass bei Dampfbetrieb, im Falle Maschinen von grosser Pferdekraftzahl zur Anwendung kommen, die Totalausgaben pro Stunde und Pferdekraft sich merklich vermindern, ersuchte der Verfasser die technischen Directoren der Hannoverschen Maschinenbau-Actien-Gesellschaft (vorm. G. Egestorff) in Linden um ein passendes Beispiel, welchem Wunsche man gefälligst nachkam und weshalb wir dies unten[1]) aus dem hannoverschen Wochenblatte für Gewerbe und Handel (Jahrg. 1880, S. 358) ohne Weiteres copiren.

1) Eine horizontale Dampfmaschine mit Meyer'scher variabler Expansion (Bd. I, S. 545, Fig. 354) hat nach den Modellen genannter Fabrik:

Cylinderdurchm.: 330 mm, Kolbenhub: 610 mm, Touren pro Minute: 60.

Die Anschaffungskosten berechnen sich bei einer Maschine

mit Condensation zu 6450 Mark,
ohne „ „ 4765 „

Demnach berechnen sich die Betriebskosten bei der Maschine:

	mit Condensation:	ohne Condensation:
1) Amort., Verzins., Reparatur (15 %) bei 24 stündiger Arbeit pro Pferdekraft und Stunde	0,56 Pfg.	0,41 Pfg.
2) Kohlenverbrauch	2,70 „	4,05 „
3) Wartung und Heizung	1,25 „	1,25 „
4) Für Schmiermittel	0,56 „	0,55 „
Summa pro Stunde u. Pferdekraft	5,06 Pfg.	6,26 Pfg.

Daher Wenigergebrauch pro Pferdekraft und Stunde: 1,2 Pfennig, folglich Ersparniss bei Anwendung der Condensation in Procenten: $\frac{1,2 \times 100}{6,26} = 20\ \%$ rund gerechnet.

§. 38.
Nachtrag Nr. IX zu Bd. II,
§. 24. Verschiedene neuere Maschinen etc. der Getreidemüllerei betreffend.

Seit dem Erscheinen der zweiten Auflage dieses Bandes im Jahre 1876 ist über mancherlei werthvolle Verbesserungen und Fortschritte in der Mehlfabrikation zu berichten, worüber insbesondere die Schriften und Abhandlungen des Professors Kick in Prag Auskunft geben und auf welche namentlich in Hinsicht einer allgemeinen Uebersicht verwiesen werden muss [1]).

Einer der wichtigsten dieser Fortschritte (eigentlich der bedeutendste) ist das Bestreben, die Mehlfabrikation mehr oder weniger (völlig) unabhängig von der Verwendung der theueren französischen Mühlsteine zu machen und diese durch passend veränderte Carr'sche Disintegratoren (Bd. II, S. 115) oder durch Systeme von Walzen aus Hartguss (Bd. II, S. 184 und S. 695) oder aus Porzellan (ebendaselbst) [2]) zu ersetzen.

Von den Desintegratoren (Schleudermühlen) unterscheidet sich die von Nagel & Kämp im Jahre 1877 getroffene Anordnung, Dismembratoren (Zerleger) genannt, eigentlich nur dadurch, dass während bei beiden sogenannte Stiftenscheiben die arbeitenden Werkzeugsmaschinen sind, sich bei den Desintegratoren beide Scheiben drehen und zwar in entgegengesetzter Richtung um horizontale Achsen, während bei den Dismembratoren sich nur eine der Scheiben, jedoch mit vergrösserter Geschwindigkeit, dreht [3]), während die andere Scheibe unbeweglich ist.

1) Nagel (Vortrag), „Ueber das neue Mahlverfahren mit Quetschwalzen und Dismembratoren". Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1879 (Nr. 42), S. 382.

Kick, „Mittheilungen von der Weltausstellung 1878 (in Paris)". Dingl. Polytechn. Journal, Bd. 231 (1879), S. 97.

Derselbe „Ueber Neuerungen im Mühlwesen". Dingl. Polytechn. Journal, Jahrg. 1880, Bd. 237, S. 105 etc., Jahrg. 1881, Bd. 242, S. 181 etc., Jahrgang 1883, Bd. 250, S. 237 etc.

Derselbe, „Die neuesten Fortschritte der Mehlfabrikation". Supplement zum „Lehrbuche des Mühlenbetriebes" desselben Verfassers. Leipzig 1883.

Derselbe „Ueber Neuerungen im Mühlwesen". Dingl. Polytechn. Journ. Jahrg. 1886, Bd. 259, S. 197 etc., Jahrg. 1886, Bd. 260, S. 1 etc.

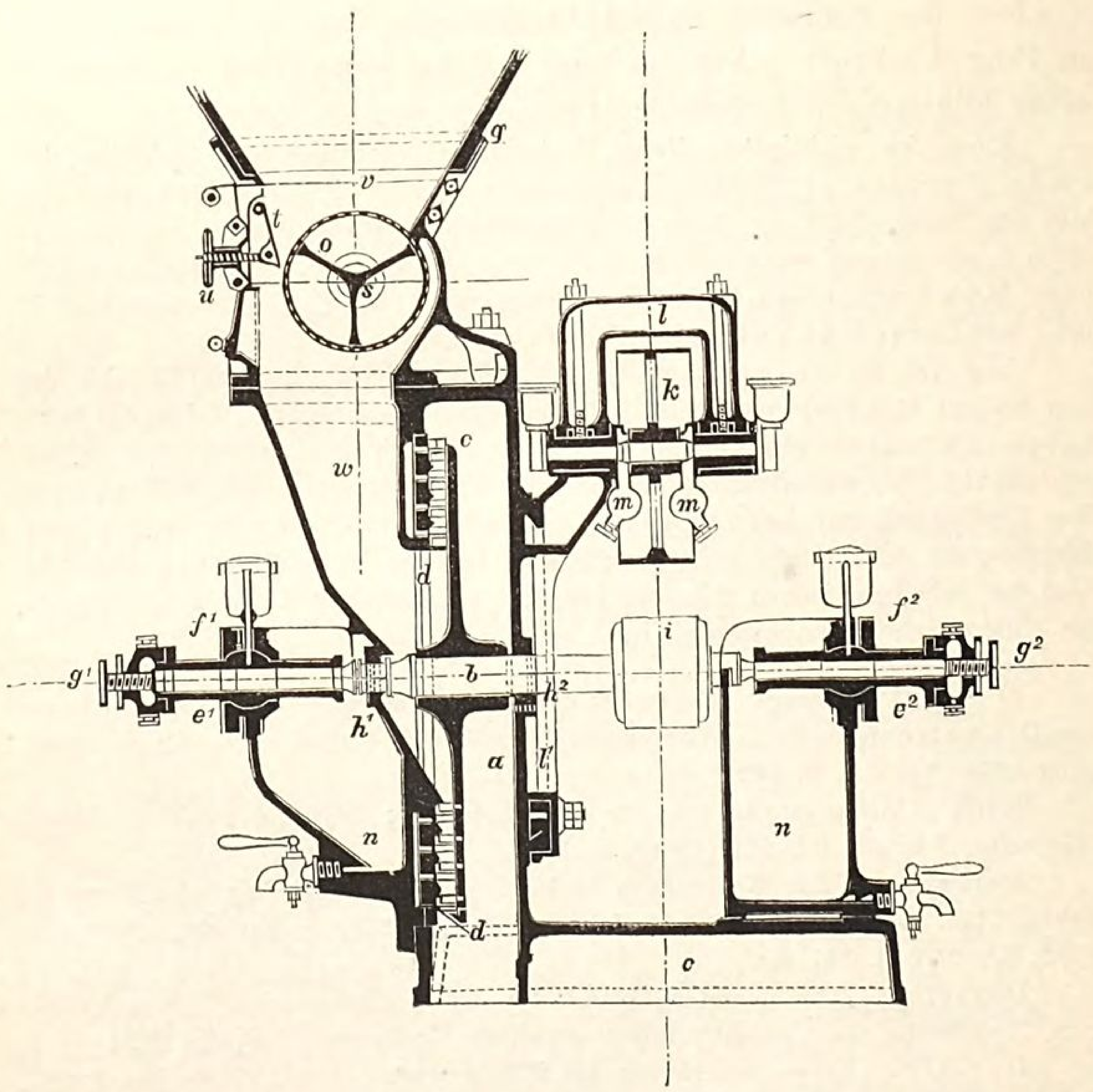
2) Auch Professor Fischer in Hannover liefert hierüber werthvolle Mittheilungen und Erörterungen in einer Abhandlung, welche die Ueberschrift trägt: „Ueber Zerkleinerungsmaschinen". (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XXX (1886), S. 189, 222 und 353.)

3) Professor Fischer berichtet (a. a. O., S. 190), dass in der Grabbert-Mühle zu Hamburg Dismembratoren der Firma Nagel & Kämp arbeiten, welche bei 43 cm Durchmesser pro Minute 6500 Umläufe machen, folglich eine secundliche Umfangsgeschwindigkeit von 46,6 m besitzen.

Von nachstehenden Abbildungen (welche der Verfasser der deutschen Patentschrift Nr. 2325 vom 9. October 1877 entlehnte) zeigt Fig. 529 die Nagel & Kämp'sche Maschine im vertikalen Durchschnitte (Querschnitte) und Fig. 530 im vertikalen Längenschnitte.

Die umlaufende Scheibe *a* ist auf der rotirenden Welle *b* befestigt, während *d* ein Ring ist, welchen man im Gehäuse (Gestell) *c* der Maschine unbeweglich befestigt hat.

Fig. 529.

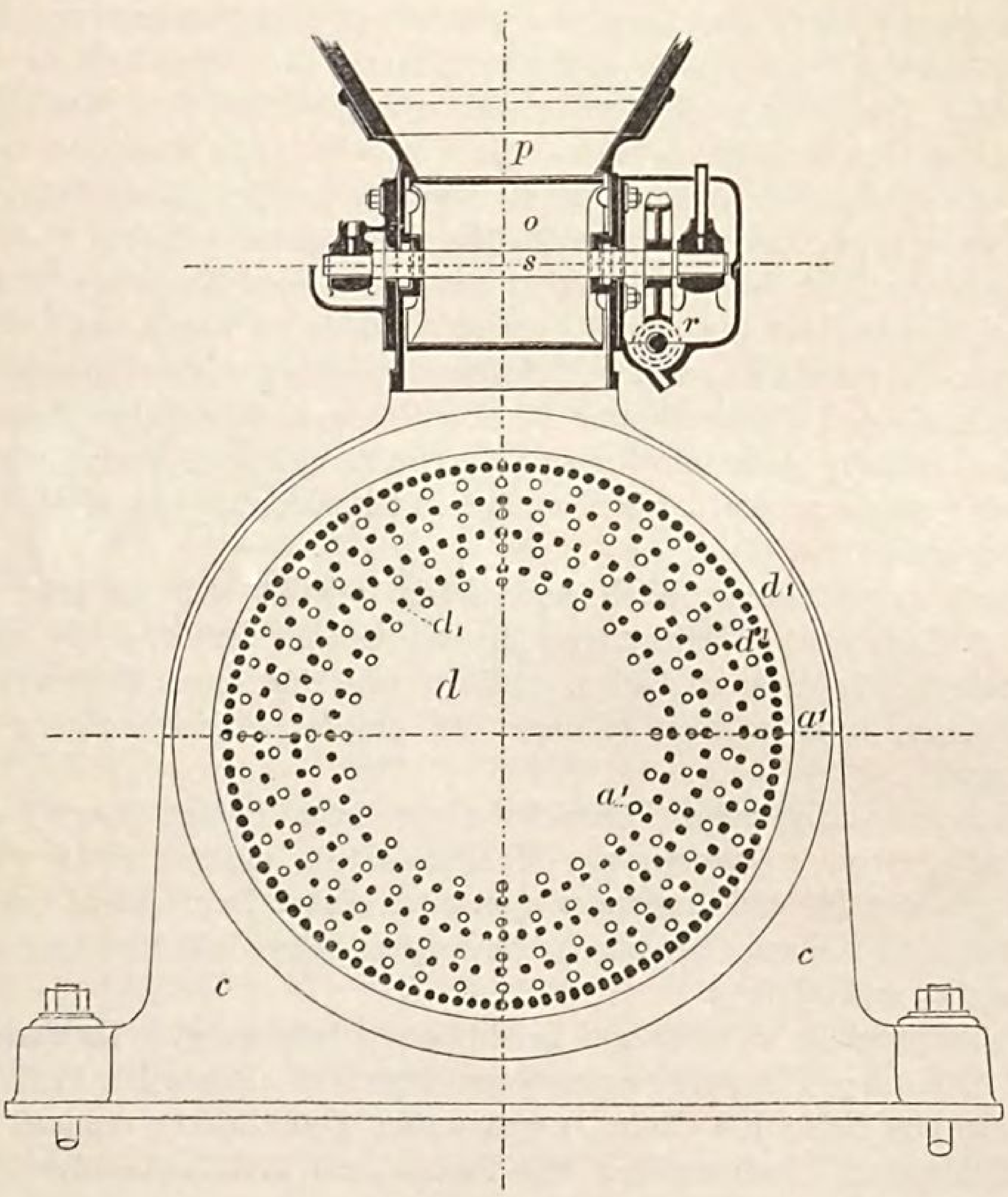


Die Scheibe *a* ist mit kurzen Schlagstiften a^1 besetzt, ebenso der Ring *d* mit Schlagstiften d^1, wie dies besonders aus Fig. 530 erhellt.

Die Lagerung der Welle erfolgt in sehr langen Lagern $e^1 e^2$, denen selbst wieder durch Kugelschaalen $f^1 f^2$ des Gestells eine gewisse wünschenswerthe Nachgiebigkeit verliehen ist. Die genaue Fixirung der Welle in Richtung ihrer Längenachse erfolgt durch Stellschrauben $g^1 g^2$. Die sichere Abdichtung des inneren Raumes vom äusseren wird durch Stopfbüchsen ähnliche Theile $h^1 h^2$ bewirkt.

Die Welle *b* empfängt ihren Antrieb durch einen auf die Scheibe *i* gelegten Riemen, gegen den man eine Spannrolle *k* wirken lässt. Der Lagerbock *l* dieser Rolle kann durch Schrauben in eine dem jedesmaligen Bedürfniss entsprechende Lage eingestellt werden. *mm* sind Behälter für das abfliessende Schmieröl; demselben Zwecke dienen die Räume *nn* hinsichtlich der Lager $e^1 e^2$ der Hauptwelle *b*.

Fig. 530.



Ueber dem Einlaufrohre *w* des zu vermahlenden Getreides ist die Zuführungs- oder Speisewalze *o* gelagert, welcher mittelst Riemenscheibe *q* und Schnecke nebst Schneckenrad *r* eine langsame Umdrehung um ihre Achse *s* ertheilt wird. Mit dem Buchstaben *t* ist eine breite Klappe bezeichnet, welche durch ein Handrädchen *u* von aussen leicht auf jeden wünschenswerthen, dem geforderten Aufschüttungsquantum entsprechenden Abstand von dem Walzenumfang eingestellt werden kann. Ausserdem ist noch ein horizontaler Schieber *v* vorhanden zum gänzlichen Abstellen des Einfalles. Der Zutritt der Luft in das Gehäuse wird durch den in gleichmässige Beschickung regulirenden Speiseapparat und durch die sorgfältige Abdichtung der Welle *b*, da wo sie das Gehäuse durchbricht, verhindert, beziehungsweise abgeschnitten, so dass der ge-

waltige Luftstrom, welcher bei dem Carr'schen Desintegrator bei der sehr grossen Umdrehzahl der Stiftenscheibe die Hauptursache des grossen (unerträglichen) Arbeitsverbrauchs war, hier auf ein Minimum reducirt ist. Durch den gebildeten Luftabschluss ist zugleich jegliches Stäuben vermieden, was sonst die Quelle nicht unbeträchtlicher Verluste sein würde.

In der erwähnten Patentschrift werden noch folgende besondere Vortheile der Maschine, bei relativ kleinem Kraftaufwande, namhaft gemacht: „Die von den Walzenstuhlungen kommenden Mahlproducte erfahren, selbst wenn sie durch die energische Quetschung (Zertrümmerung) hergestellt wurden, eine wirkliche und zufriedenstellende ‚Zerlegung', so dass eine vollständige Trennung in Mehltheile und in Schalen bei dem darauf folgenden Sichtprocess (auf der Sichtmaschine) die Folge ist. Die Maschine liefert also infolge ihrer eigenthümlichen Arbeit wirklich fertige ‚klare Schalen', d. h. solche, denen nur äusserst wenige Mehltheilchen noch anhaften."

Noch verdient hervorgehoben zu werden, dass Nagel & Kämp ihre Zerleger (Dismembratoren) auch doppelt, d. h. so bauen, dass die Schlagstiftscheibe *a* zwischen zwei mit Stiften besetzten festen Ringen *d* rotirt. Bei diesem Doppel-Dismembrator ist das Gehäuse durch eine Zwischenwand in zwei vollständig getrennte Kammern getheilt, welche je einen Zufuhrapparat haben, der genau so wie bei dem einfachen Dismembrator (d. h. wie in Fig. 1, S. 233) construirt ist[1]).

Völlig ungetheilten Beifall und Erfolg scheint sich bis jetzt das neue Nagel & Kämp'sche Mahlsystem für das Gebiet der Flach- und Halbhochmüllerei erworben zu haben, weshalb man für diese Mahlmethoden annehmen kann, dass es hier gelungen ist, die französischen Steine völlig zu verdrängen.

Ein uns vorliegendes Verzeichniss von nach Patent Nagel & Kämp ausgeführten Dismembratoren zur Mehlfabrikation enthält nicht weniger als 517 Firmen des In- und Auslandes (darunter ausser Deutschland auch Oesterreich, England, Holland, Dänemark, Norwegen, Schweden, Russland und selbst Nordamerika und Afrika).

Ueber specielle zuverlässige Leistungsangaben neuerer Mühlenwerke mit Nagel & Kämp'schen Dismembratoren berichtet ausführlich Prof. Fischer in der bereits Seite 703 (Note 3) genannten Zeitschrift[2]), wonach sich dies neue Mahlsystem, insbesondere für Flach- und Halbhochmüllerei, als sehr vortheilhaft herausstellt.

Wie fast allen strebsamen Menschen in der Regel Concurrenzneid, Missgunst etc. entgegenzuwirken bemüht sind, so ist auch das fragliche Mahlsystem noch neuerdings von einigen Seiten her mindergünstig beurtheilt worden[3]), dem jedoch vorurtheilsfreie, gewichtige Autoritäten gegenübergetreten sind.

1) Ausführlicher in der deutschen (wiederum mit Abbildungen begleiteten) Patentschrift Nr. 4941 vom 4. August 1878.

2) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1887, S. 353 bis S. 355 unter der Ueberschrift: „Vergleichende Versuche über den Arbeitsverbrauch verschiedener Mühlen und Mahlverfahren".

3) Zeitschrift „Die Mühle", Jahrgang 1887, Nr. 11 vom 15. März 1887, ferner ebendaselbst Nr. 13, S. 202 sowie Nr. 20, S. 310.

Einige Urtheile letzterer Gattung mögen hier Platz finden:

Prof. Kick[1]) äussert sich u. A. dahin, „dass die Vermahlung des Dunstes auf den Dismembratoren wirksam und gut vor sich geht und dass er selbst Gelegenheit hatte, sich hiervon zu überzeugen“.

Der Vorsitzende des Verbandes deutscher Müller, Herr Jos. J. van den Wyngaert begegnet in Nr. 13, S. 202 der „Mühle“ (von 1887) den betreffenden ungünstigen Bemerkungen über das Nagel & Kämp'sche Mahlsystem mit folgenden Worten:

„Diese Bemerkungen sind von einer Persönlichkeit geschrieben, die kein Interesse daran hat, ob in einer Mühle Steine, Walzen oder Dismembratoren verwendet werden. Jedenfalls ist der betreffende Artikel ganz tendenziöser Natur“.

Die rühmlichst bekannten Mühlen-Ingenieure Jaacks & Behrns in Lübeck (S. 188, Bd. II unseres Werkes) äussern sich (in Nr. 19, S. 299 der „Mühle“ von 1887) über den fraglichen Gegenstand u. A. wie folgt:

„Jedenfalls hat die rechtzeitige Einführung der Dismembrator-Müllerei vielen Mühlen Segen gebracht und es hiesse das Kind mit dem Bade ausschütten, wollte man, weil die reine Hoch-Müllerei ansehnliches Fabrikat liefert, nun die Dismembratoren, resp. die mit Walzen combinirte Dismembrator-Müllerei überall für unberechtigt erklären. Bei Weitem die grössten Massen des Volkes leben nicht von feinstem ungarischen Fabrikate mit etwas mehr weisslicher oder gelblicher Nuance, sondern von kräftigem, gutem Mehl und würde der Verfasser (der gegentheiligen Artikel) anders über die betreffenden Maschinen (Nagel & Kämp's) urtheilen, wenn er einmal näher auf deren Leistungsfähigkeit und Einfachheit gegenüber den langen Reihen complicirter Walzenstühle leistungsfähiger Hochmühlen einginge.

Die Ueberlegenheit des Dismembrators anderen Müllerei-Maschinen gegenüber besteht für viele Fabrikationsmethoden u. A. in der grossen Leistungsfähigkeit, in dem geringeren, also billigeren Kraftbedarf unter sonst gleichen Umständen, in der grossen Einfachheit der Maschine und in der Billigkeit ihrer Unterhaltung, und folgt hieraus für eine gegebene Leistung eine verhältnissmässig kleine Anzahl Maschinen, geringer Umfang der Baulichkeiten und leichtere Bedienung, also billiges Anlagekapital neben verringerten Betriebskosten.

Das Fabrikat findet mit Nutzen Absatz und haben wir in den von uns mit Dismembration eingerichteten Mühlen, unter denen sich auch die grosse Mühle in Malmö befindet, niemals Klagen über diese Maschine gehört. Wir werden deshalb nach unseren Erfahrungen den Dismembrator, an richtiger Stelle, nach wie vor verwenden.“

In letzterem Sinne wehren sich auch die Herren Nagel & Kämp an einer Stelle der Zeitschrift „Die Mühle“ (Nr. 14, vom 5. April 1887, S. 214), woselbst sie erst bezeugen, „dass bei der Halbhoch- und Flachmüllerei die Kraftersparniss zu Gunsten der Dismembratoren oft 30 bis 50 Procent beträgt“, sodann aber auch Folgendes bemerken:

1) In einer werthvollen Abhandlung „Ueber Neuerungen im Mühlwesen“, S. 396 des Dingler'schen Polytechn. Journals, Bd. 259 (Jahrgang 1886). Ein ebenfalls günstiges Urtheil derselben Autorität findet sich ebendaselbst S. 197.

„Dass der Dismembrator zu allen Zwecken der Getreidevermahlung dienlich sein kann, diese Behauptung ist von uns niemals gemacht worden. Wir haben uns davon gleich anfänglich überzeugt und darum mit besonderem Aufwand von Fleiss und Ausdauer gesucht, die geeigneten oder ungeeigneten Verwendungen des Dismembrators auf dem Wege praktischer Erfahrungen mehr und mehr zu ergründen.“

„Wir sind unablässig bemüht gewesen festzustellen, wo der Dismembrator bei mildem oder hartem Getreide, bei Flach- oder Hochmüllerei besser, gleich gut oder schlechter als andere Maschinen arbeitet etc. etc.“ [1]).

Schliesslich dürfte noch auf ein Urtheil des Prof. Kick (Dingl. Polytechn. Journal, Bd. 260, S. 156) aufmerksam zu machen sein, welches also lautet:

„Mühlen, welche ausschliesslich Walzen als Verkleinerungsmaschine verwenden, werden zum Vermahlen der Dunste mehr Kraft benöthigen, als wenn Mahlgänge oder Dismembratoren mit in Benutzung kommen, und sie werden die Kleien weit weniger ausmahlen etc. etc.“

1) Um ein beachtenswerthes Beispiel eines mit Nagel & Kämp'schen Dismembratoren arbeitenden Werkes der Mehlfabrikation zu notiren, wählte der Verfasser die grosse Dampfmühle zu Malmö (in Schweden, Hauptstadt der kornreichen Provinz Schonen). Die hierzu benutzte Quelle ist ein Bericht des J. J. van den Wyngaert (derzeitigen Präsidenten des Verbandes deutscher Müller), welcher sich in Nr. 43, Jahrgang 1882, S. 673 etc. der Zeitschrift „Die Mühle“ abgedruckt vorfindet.

Dieses der Actiengesellschaft „Kjöbenhavns Dampmöller“ gehörige Werk, zur Fabrikation von Weizen- und Roggenmehl bestimmt, welches erst im Frühjahre von 1882 zu arbeiten begann, wurde zum Vermahlen von 120 000 kg Weizen oder von 80 000 kg Roggen pr. 24 Stunden bestimmt und von einer Hoch- und Niederdruck-Dampfmaschine von ca. 400 effectiven Maschinenpferden, unter Einschaltung von 14 Hanfseilen vom Schwungrade aus, betrieben.

Nach einem durchgreifenden Reinigungsprocesse werden die Getreidekörner von Hartgusswalzen leicht gequetscht und geöffnet, um den in der Kerbe der Körner noch haftenden Staub durch Aspiration entfernen zu können.

Die erste Vermahlung erfolgt zwischen Riffelwalzen, worauf mittelst Centrifugalmaschinen gesichtet wird. Das Endproduct geht auf Glattwalzen und Dismembratoren, wird abermals gesichtet und nochmals über Glattwalzen und Dismembratoren geleitet. Die hierauf folgende Sichtung ergiebt die fertige Kleie. Das beim dritten Schroten erzeugte Mehl geht mittelst zweier Schnecken nach dem Mehlspeicher, während man die Griese sortirt, um sie dann auf Putzmaschinen zu putzen. Die Vermahlung der Griese erfolgt ausschliesslich auf Glattwalzen und Dismembratoren.

In den meisten Fällen wird nur eine Hauptsorte Mehl hergestellt und dieses mittelst Schnecken nach einem Elevator und weiter in die Mehlkammer des Speichers transportirt.

Vorhanden sind für den speciellen Zweck der Mehlfabrikation folgende Arbeitsmaschinen:

5 Doppel-Dismembratoren, 6 Riffelwalzen und 16 Glattwalzen. Ferner einige 20 Centrifugal-Sichtemaschinen. Ausser diesen Maschinen sind noch drei

Eine andere deutsche Maschinenfabrik und Mühlenbau-Anstalt, welche bereits ebenfalls ihren Ruf, vorzügliche Maschinen zur Mehlfabrikation zu liefern, weit über Deutschlands Grenzen hinaus verbreitet hat, ist die von G. Luther in Braunschweig[1]).

So weit dem Referenten bekannt geworden ist, verwendet diese Fabrik keine Dismembratoren, sondern benutzt zum Ausmahlen der besten Dünste noch französische Steine, verschiedene Walzensysteme zum Vorarbeiten und insbesondere Patent-Hartgusswalzenstühle von Ganz & Co. in Budapest und Ratibor zum Auflösen der Dünste[2]).

Welche Bestimmung die verschiedenen zur Mehlfabrikation nach dem Systeme der Hochmüllerei benutzten Maschinen ohne Dismembratoren erhalten, dürfte am besten aus dem unten Note[3]) angegebenen Beispiele der neuen Weizenmühle des Herrn F. W. Meyer zu Hameln erhellen.

Mahlgänge vorhanden, auf denen Roggen zu dem in Schweden allgemein verbreiteten „Knaekebroed“ verarbeitet wird.

1) Zur Zeit der Antwerpener und Amsterdamer Ausstellung von 1884 hatten Luther & Co. bereits über 300 Firmen zu verzeichnen, für welche sie bereits grössere Mühlenaufträge effectuirt hatten (worunter allein 38 Mühlen für Belgien).

2) Die Anordnung der Hartgusswalzen, drei übereinander, ist ganz die, welche bereits Bd. II (zweite Auflage), S. 695, Fig. 602 beschrieben und abgebildet wurde. Wesentlich neu an Ganz' Walzenstühlen ist (nach Patent Mechwart, D. R.-P. Nr. 3668 vom 29. Jan. 1878) ein grosser Ring aus Federstahl (daher Ringstühle genannt) an jeder Seite, welcher kleine Rollen umspannt, die an den Achsen der glatten Walzen angebracht sind. Mittelst dieser Ringe lässt man auf die unterste und oberste der drei Gussstahlwalzen (während die mittlere Walze fest gelagert ist) den erforderlichen Druck ausüben, ohne dass die Lager beansprucht werden.

So angeordnet dient der Stuhl zum Ausmahlen. Soll er zum Schroten benutzt werden, so entfernt man die Ringe, wendet geriffelte Walzen an und stellt den Maximalabstand durch Keile fest.

Ausführlich über diese Walzenstühle etc. berichtet Prof. Kick im 23. Bande (1879) Seite 99, Tafel 9 des Dingler'schen Polytechn. Journals. Mit vortrefflichen Abbildungen begleitet bespricht die Ganz-Mechwart'schen Walzen, zum Brechen (als Convertisseur) und zum Vermahlen der Griese (Genaux), Armengaud im 27. Bande in seinen Publ. Industr., pag. 481, Plate 41 und 42.

Hierbei benutzt der Verfasser noch die Gelegenheit, der Walzenstühlung von Nagel & Kämp (D. R.-P. Nr. 2176 vom 9. October 1877) zu gedenken, der aus zwei gleichen (horizontalliegenden) Walzen mit eigenthümlicher stellbarer Arretirung des Walzendruckes, wodurch nicht allein der Minimalabstand der Walzen festzulegen ist, sondern auch der einen (stellbaren) Walze ein gewisser Spielraum zur Nachgiebigkeit gewährt wird.

Nach Prof. Fischer (in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1886, S. 223) übertrifft diese Anordnung von Nagel & Kämp selbst die ähnliche Luther'sche, welche sich in derselben Zeitschrift S. 222 (Fig. 40 u. 41) besprochen und abgebildet vorfindet.

3) Diese schöne, zweitgrösste Getreidemühle in Deutschland (grösste Mühle immer noch die von Lange in Kiel) ist derartig eingerichtet, dass sie binnen

Wir schliessen hiermit (unter Hinweisung auf die wiederholt genannten *Kick*'schen Arbeiten „*Ueber Neuerungen im Mühlwesen*") den Nachtrag über Getreidemüllerei, unter Anführung einer Bemerkung G. *Luther*'s

24 Stunden das Quantum von 3500 Centnern Weizen nach dem Hochmahlprocesse zu verarbeiten im Stande ist.

Nach einem durchgreifenden *Reinigungsprocesse* erfolgt die weitere Verarbeitung auf 45 Walzenstühlen, die sämmtlich im *Erdgeschosse* und zwar in *fünf Reihen* aufgestellt sind.

Die *erste* Reihe aus $3 \times 5 = 15$ *Schrot*stühlen gebildet, jeder Stuhl aus zwei nebeneinander liegenden *geriffelten* Hartgusswalzen bestehend (Disposition wie Bd. II, Fig. 167). System *Ganz*.

Die *zweite* und *dritte* Reihe enthalten *drei* Walzenstühle (ebenfalls System *Ganz*), jedoch mit feinen Riffeln zum Auflösen der gröbsten Griese (Keimgriese), sodann noch 8 Stühle (gleicher Disposition), nur haben die Walzen *keine* Riffeln, sondern sind glatt; sie besorgen die dreifache Auflösung der geputzten Griese.

Die *vierte* Reihe enthält die Walzen zum Auflösen der Dünste (allerfeinster Griese). Hierfür dienen 9 Stühle (gleichfalls System *Ganz*), wovon jeder Stuhl *drei glatte* Walzen übereinander trägt (Disposition wie Bd. II, Fig. 602, S. 695), wobei der Druck der Walzen von dem eigenthümlichen Ringe (Note 2 voriger Seite) aufgenommen wird, der an letzterer Stelle bereits besprochen wurde und wodurch keinerlei Druck auf die Lager entfällt.

Die *fünfte* Reihe endlich enthält 10 *Wegemann*'sche Porzellanstühle zu je vier nebeneinander liegenden Walzen (Bd. II, Fig. 167), welche die geringen Dünste ausmahlen.

Das *erste* Stockwerk ist, mit Ausnahme von 16 Mahlgängen, von Maschinen vollständig frei gehalten. Diese mit französischen (oberläufigen) Steinen ausgestatteten Gänge dienen zum Ausmahlen der guten Dünste.

Das *zweite* Stockwerk enthält 4 Dunst-Putzmaschinen, 5 Centrifugal-Mehl-Nachsichte-Maschinen, sowie 4 Mehlharken (*Rateaux*).

Im *dritten* Stockwerke befinden sich die Griesputzerei und die Sortircylinder mit 11 Putzmaschinen und 18 Sortircylindern.

Das *vierte* Stockwerk nimmt 43 Centrifugal-Sichtemaschinen auf (meist nach G. *Luther*'s Construction).

Das *fünfte* (oberste) Stockwerk enthält Vorcylinder und Griesausscheider für die Schrotungen, sowie sechs Centrifugal-Vorsichtemaschinen für die Glattstühle.

Das Gebäude für die Reinigungsmaschinen ist vom Hauptgebäude durch ein feuersicheres Treppenhaus getrennt. Von oben an begonnen ist die Reihenfolge der Reinigungsapparate folgende:

2 Staubcylinder, 6 Tireure, 2 Nachlese-Tireure, 4 Getreidefrottirmaschinen (Eureka), 4 Spitzgänge und 4 Staubcylinder; dann

entweder { 4 Getreidefrottirmaschinen (Eureka),
2 Getreidebürsten mit Aspiration,

oder { 2 Waschmaschinen,
1 Centrifuge, welche das Getreide hebt und
2 Bürstmaschinen.

in Braunschweig in einem uns vorliegenden Prospecte der jüngsten Ausstellungen in Amsterdam und Antwerpen, welche folgendermaassen lautet:

„Es giebt keine Universal-Maschine für Getreidemüllerei. Riffelwalzen, Glattwalzen, Dismembratoren, Porzellanwalzen und Mühlsteine sind in ihrer Wirkung jede für sich nutzbringend, wenn man sie an der rechten Stelle verwendet. Unrichtig aber ist es, die Arbeit aller der genannten Maschinen durch ein und denselben Apparat leisten zu wollen: Schroten, Auflösen[1]) von groben Griesen, Detachiren des Mahlgutes, Auflösen feiner Griese und Ausmahlen weicher Dünste[2]) kann unmöglich in rationeller Weise durch ein und dieselbe Maschine geschehen. Zwei grundverschiedene Arbeiten erfordern auch verschiedene Werkzeuge. Daher giebt es in der Müllerei kein wahrhaftes Universal-System."

Statt des alten Schuttbodensystems ist auch hier das Schachtsystem der Silos-Speicher in Anwendung gebracht, welche zusammen 8 Schächte bilden und etwa $3^1/_2$ Millionen Kilogramm Getreidekörner fassen.

Die bewegende Arbeit des ganzen Werkes wird durch 2 mal drei Turbinen (von der sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz) geliefert, welche zusammen 600 Maschinenpferde repräsentiren. (Eine sechste Turbine verrichtet Nebenarbeiten. Sämmtliche 7 Turbinen sind nach dem Henschel-Jonval-Systeme construirt).

Die drei südlich gelegenen Turbinen treiben vorzugsweise die 16 Mahlgänge, sodann aber noch einen Theil der Sichterei und einen Wellenstrang für Porzellan (Walzen) und für Ringstühle.

Von den drei Turbinen im Mittelbau wird die Arbeit mittelst Kegelräder abgenommen und mittelst Zahnradübersetzung auf ein schneller gehendes Vorgelege übertragen. Von diesem gelangt die Arbeit einerseits mittelst Riemenscheiben in die Reinigung, andererseits zieht eine breite 14rillige Seilscheibe auf zwei weitere Walzenstuhltransmissionen und auf eine Welle im zweiten Stock.

Die Gesammtbewegung des Getreides wie der Zwischenproducte (bis zur Versackung von Mehl und Kleie) wird selbstständig durch Elevatoren, Gurte, Fallröhren sowie durch Getreide- und Mehlschnecken besorgt.

Die Anordnung, Construction und Ausführung des Mühlwerkes wurde von G. Luther in Braunschweig besorgt, der beiläufig bemerkt der Generalvertreter der Firma Ganz & Comp. in Budapest und Ratibor ist.

Unsere Quelle (Zeitschr. des Ver. d. Ing., Jahrg. 1886, S. 850 etc.) enthält ausführlichere Beschreibungen des ganzen Werkes unter Beifügung schöner Tafeln mit betreffenden Abbildungen. Ferner darf der Verfasser auf eine von ihm gelieferte Abhandlung im hannoverschen Gewerbeblatte verweisen, welche sich daselbst im Jahrgange 1886, S. 441 bis 447 unter der Ueberschrift vorfindet: „Die Entwickelung der sogenannten Griesmüllerei in der Provinz Hannover".

1) Wir erinnern hier, dass unter „Auflösung" Theilchen kleiner als Schrot und grösser als Gries zu verstehen sind.

2) Dünste sind Theilchen, welche zwischen Mehl und Gries stehen.

§. 39.

Nachtrag Nr. X zu Bd. II.

§§. 37, 38 u. 39, betreffend Maschinen zum Zerkleinern, Mahlen von Körpern aus dem Mineralreiche [1]).

Die vorzüglichste neueste Zusammenstellung von Maschinen zum Zerkleinern (und Vermahlen) von Mineralkörpern findet sich in der unten notirten Arbeit des Herrn Professors Fischer, auf die wir einfach verweisen könnten, drängte sich uns nicht die Befürchtung auf, dass die betreffende Quelle nicht überall Jedermann zur Hand ist.

Der Verfasser hält es daher für angemessen, mindestens eine Uebersicht des reichen Inhaltes der Fischer'schen Arbeit und zwar wie folgt zu geben.

Nach einer werthvollen (allgemeinen) Erörterung über die Zwecke des Zerkeinerns und über die im Gebrauche befindlichen zugehörigen Arbeitsvorgänge wird speciell (unter Nr. II) das Zerkleinern durch Zerschellen behandelt [2]).

Der Unterabtheilung „Schleudermühlen" entsprechend wird hier für Mineralkörper zuerst der Carr'sche Disintegrator (Bd. II, S. 115, Fig. 89), dann die Veränderungen dieser Maschine durch Rittinger, Vapart besprochen, sodann von noch anderen Schleudermühlen die für Kokes von Chevalet in Troyes (Aube) [3]), ferner von Whelpley und Griffin [4]).

Prof. Fischer gelangt zu dem Schlusse, dass die Schleudermühlen (überhaupt) keine allgemein durchschlagende Vorzüge besitzen, dass sie nur für gewisse Zwecke besser sind als andere Zerkleinerungsmaschinen. Angaben über die Leistungen verschiedener Schleudermühlen (zum Zerkleinern von Zinkerzen, Gyps, Porzellanerde, gebranntem Thon, Quarz, Graphit, Steinkohle, Giessereisand, Zucker, Kreide, Cement etc. etc.) hat Prof. Fischer gesammelt und mitgetheilt [5]), von denen er jedoch bemerkt, dass sie die wünschenswerthe Genauigkeit entbehren.

Unter Nr. III wird das Zerkleinern durch reines Zerdrücken erörtert und zwar unter den zwei Ueberschriften: „Stampf- oder Pochwerke" und „Walzen und Kegelpaare mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit".

1) „Ueber Zerkleinerungsmaschinen" von Professor Hermann Fischer. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1886 (Bd. XXX), S. 175, 189, 219, 229, 278, 333, 353 und 399 (Schluss).

2) A. a. O., S. 189.

3) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1885, S. 889 u. 890.

4) Ebendaselbst, Jahrg. 1886, S. 192.

5) Ebendaselbst, Jahrg. 1886, S. 193.

Da dieser Maschinengattungen bereits Bd. II, S. 312 bis mit S. 314 (zweiter Auflage der Allgem. Maschinenlehre) in entsprechender Weise gedacht wurde, so beschränkt sich Referent auf folgende beachtenswerthe Angaben.

Zuerst wird in Bezug auf Arbeitsbedarf und Leistung der Pochwerke (Stampfen) eine Tabelle von Althans mitgetheilt[1]), sodann aber auch Einiges aus der Theorie der Walzwerke aufgeführt, als Ergänzung zu dem dienend, was in den Noten zu Bd. II, S. 312 und 313 hierüber enthalten ist.

In den folgenden Abtheilungen der Fischer'schen Arbeit (a. a. O., S. 229) werden unter Nr. 4 und Nr. 5 die sogenannten „Maulbrecher" ausführlich behandelt und damit wieder eine werthvolle Ergänzung zu dem geliefert, was Bd. II von S. 308 bis mit S. 311 über denselben Gegenstand enthält.

Der Abschnitt Nr. 6 in der Fischer'schen Abhandlung: „Walzen, deren Umfangsgeschwindigkeiten von einander verschieden sind, beschränkt sich im Wesentlichen auf Walzwerke für die Getreidemüllerei, worüber vorher bereits Hinlängliches mitgetheilt wurde. Hinsichtlich der Verarbeitung von Mineralkörpern zwischen Walzen ist zunächst wieder auf die Seiten 312 und 313 unseres Bandes II, sodann aber auf die werthvolle Ergänzung zu verweisen, welche die beiden unten[2]) angegebenen Werke liefern.

Manches Beachtungswerthe enthalten die Abschnitte 13 und 14 der Fischer'schen Arbeit, welche die Ueberschriften tragen: „Kollermühlen und ihre Schwestern" und „Mörsermühlen etc.". Die hier beigegebene reiche Literatur kann zugleich als Ergänzung alles dessen dienen, was über sogenannte Kollergänge Bd. II, S. 295 (Knochenmühlen), S. 307 (Trassmühlen), sowie S. 355 und S. 373 (Oelmühlen) und über Mörsermühlen S. 337 enthalten ist[3]).

1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1886, S. 194.

2) v. Hauer, „Hüttenwesenmaschinen". 2. Auflage von S. 478 bis mit S. 572 und

Ledebur, „Die Bearbeitung der Metalle auf mechanischem Wege", von S. 480 bis mit S. 529. (Braunschweig 1877.)

3) Der Abschnitt Nr. 16 (bei Prof. Fischer) mit der Ueberschrift: „Vergleichende Versuche über den Arbeitsverbrauch verschiedener Mühlen etc." (nach Ergebnissen der Firma Nagel & Kämp in Hamburg) enthält auch werthvolle Angaben über Leistungen von Maschinen zur Portlandcementfabrikation und liefert damit abermals werthvolle Ergänzungen zu §. 37, Bd. II der Allgemeinen Maschinenlehre. Wir entlehnen hiervon das, was S. 353 der Zeitschrift deutscher Ing. vom Jahre 1886 darüber notirt wird, welche Zerkleinerungsmaschinen zum Vermahlen gebrannten Portlandcementes an verschiedenen Stellen benutzt wurden und welche Leistungen sich dabei herausstellten. Es sind dies folgende:

α. 2 Maulbrecher, 2 Brechschrauben, 4 oberläufige Mahlgänge mit französischen Steinen von 1,50 m Durchmesser nebst den nöthigen Becherwerken, Schnecken, Wellenleitungen u. s. w.

β. 1 Maulbrecher, 1 Vorbrechwalzwerk, 3 Zwischenwalzwerke, 2 Mehlwalzwerke, Becherwerke etc. etc.

γ. Die vorige Mühleneinrichtung und 2 Mahlgänge mit französischen Steinen von 1,5 m Durchmesser.

§. 40.

Nachtrag Nr. XI zu Bd. II, §. 59, Seite 545, betreffend Maschinen zur Bearbeitung von Steinen[1].

Es ist ganz zweifellos, dass schon die ältesten Culturvölker der Erde, insbesondere die Bewohner der Nilufer (Seite 1), des Euphrats und des Tigris (S. 9), später die Griechen und Römer, zum Bearbeiten (Behauen, Schleifen, Poliren etc.) der Steine ihrer monumentalen Bauten sich der Werkzeuge und Maschinen

Auf die Gleichförmigkeit des Rohstoffes wurde besonders geachtet, ebenso wurde die Gleichförmigkeit der Erzeugnisse (Mehl mit 2 % Rückstand auf einem 900-Maschensiebe) durchgeführt. Der Arbeitsaufwand wurde durch 84 Indicatordiagramme ermittelt.

Durchschnittlich ergaben sich:

für α: ständl. Leistung 4590 kg = 143 Maschinenpferde,

daher für 1000 kg stündl. $\frac{143,0}{4,59} = 31$ M.-P.;

für β: stündl. Leistung 2550 kg = 35 Maschinenpferde,

daher für 1000 kg stündl. $\frac{35}{2,55} = 13,70$ M.-P.;

für γ: stündl. Leistung 5000 kg = 99,0 Maschinenpferde,

daher für 1000 kg stündl. $\frac{99}{5} = 19,8$ M.-P.

Specielleres in der angegebenen Quelle.

1) Literatur:

1. Karmarsch, Prechtl. „Technol. Encyklopädie", Bd. XVI (1850), S. 211—278.
2. Derselbe in seiner „Geschichte der Technologie" (1872), S. 481.
3. Powis Bale, „Stone-working machinery". London 1884.
4. Polak, „Steinbearbeitung". Dritte Aufl., Bd. VIII, S. 452 von Karmarsch's und Heeren's „Techn. Wörterbuche".
5. Schwartze, „Die Steinbearbeitungsmaschine", mit Bezug auf deren Construction, Anwendung und Leistung etc. Leipzig 1885. Das beste (neueste) Buch seiner Art mit Benutzung und Angabe der benutzten Quellen.
6. Forchheimer, „Schrämm- und Schlitz-Maschinen, sowie grosse Stollenbohrmaschinen. Im X. Capitel, IV. Band (1885), von S. 353 bis S. 410 des Handbuchs der Ing.-Wissenschaften. Zweite Abtheilung (Die Baumaschinen).
7. Verschiedene Jahrgänge von Uhland's Prakt. Maschinen-Constructeur. Der jüngste 1887, Heft I, S. 17.

bedient haben und dass manche derselben sogar von fast gleicher Beschaffenheit gewesen sind wie die der Neuzeit und Gegenwart.

Ausser den bereits Bd. II, S. 545—547 besprochenen Steinsägemaschinen (Steinschneidemaschinen) sind es (für allgemeine Zwecke) hauptsächlich Steinbrechmaschinen (Steinhaumaschinen), Steinbohrmaschinen, Steinhobelmaschinen, Steinbearbeitungsmaschinen mit rotirenden Messerscheiben, Steindrehbänke sowie Schleif- und Polir-Maschinen etc. etc., welche besondere Erwähnung und Erörterung verdienen und wozu das Nachstehende bestimmt ist.

I. Bei den Steinschneide-(Säge-)Maschinen bildet, wie bei den Holzsägen, das thätige Werkzeug entweder ein gerades hin- und hergehendes, oder ein kreisförmiges rotirendes Blatt. Die Werkzeuge der Schneidemaschinen mit geraden Blättern sind:

Erstens Schwertsägen, d. h. eiserne oder kupferne gerade (band- oder streifenförmige) ohne Zähne, welche durch Hülfe scharfen Quarzsandes (oder Schmirgels) unter Wasserzufluss wirken (eigentlich nicht schneiden, sondern schleifen).

Zweitens sind es Zahnsägen mit direct gezahnten Sägeblättern nach Art der Holzsägen, oder mit in die Blätter besonders eingesetzten Stahlzähnen, oder es sind Diamantsägen, d. h. solche, in deren gerade oder kreisförmige Blätter man Diamant- (zuweilen wohl auch (Korund-) Spitzen (S. 641) als speciell arbeitendes Werkzeug eingesetzt hat[1]).

Beschreibungen und Abbildungen von neueren Steinschneidemaschinen mit geradlinigen beim Arbeiten hin- und hergehenden Blättern liefert Schwarze (a. a. O., S. 52), nach Powis Bale (Bastin's Construction) und von Henry Conradi nach der englischen Zeitschrift „Engineering“ von 1876, S. 290.

II. Obwohl die obengenannten Steinbrechmaschinen (nicht zu verwechseln mit den Bd. II, S. 308—311 erörterten Backenquetschen zum Zerbrechen, Zerkleinern, Zerknacken etc. verschiedener Rohmaterialien) weniger zur Bearbeitung, als vielmehr zur Gewinnung der Steine in den Brüchen bestimmt sind, so bilden sie doch immerhin eine Gattung von Maschinen, welche weder den Maschinen- noch den Bau-Ingenieuren unbekannt bleiben dürfen[2]).

1) Ein schönes derartiges Sägewerk, von Hugh Young in New-York gebaut, wird abgebildet und beschrieben im Berichte der österr. Commission über die Philadelphia-Ausstellung von 1876, Heft VI, S. 79. Indess soll sich diese Diamant-Steinsäge doch nur für weichere Steinarten eigenen. Dasselbe Werk wird auch (unter Beigabe einer guten Abbildung) von Schwarze, a. a. O., S. 73 beschrieben und auf Tafel II dargestellt.

Von einer Diamant-Kreis-Steinsäge (ebenfalls nach dem genannten Berichte über die Philadelphia-Ausstellung von 1876), eingesandt von der Emmerson-Stone-Saw-Comp. in Pittsburg (Pensilvanien) liefert ebenfalls Schwarze (a. a. O., S. 74, Tafel III) Beschreibung und Abbildung.

2) Hierher gehören auch die bereits (S. 252 unter „Literatur“) genannten

Zu letzterem Zwecke verweist der Verfasser der Allgemeinen Maschinenlehre wieder auf den österr. Bericht über die Philadelphia-Ausstellung von 1876, sowie auf Schwarze's Buch „Die Steinbearbeitungsmaschinen", woselbst besonders der Maschinen gedacht ist, welche von der Steam-Stone-Cutter-Company zu Rutland im Staate Vermont gebaut werden, sogenannte „Stemm-Meissel-Maschinen" sind und mit Meisselsätzen auf einer Seite (als einfache Stemm-Maschinen) oder auf beiden Seiten des transportabeln Gestelles (als doppeltwirkende Stein-Stemm-Maschine) Anwendung finden.

III. Von Steinbohrmaschinen, zu anderen Zwecken (als den bereits §. 31 ausführlich erörterten Tunnelarbeiten), wurde bereits Bd. II, S. 546, Note 4) soviel berichtet, als für gegenwärtige Zwecke erforderlich ist.

IV. Von Steinhobelmaschinen zur Steinbearbeitung (wovon ältere sowohl Powis Bale a. a. O., als Polak beschrieb) ist für gegenwärtigen Zweck zunächst die Hobelmaschine des Engländers E. Holmes in Mold zu erwähnen, die sich auf der Wiener Weltausstellung von 1873 vorfand, sodann aber die Maschinen der Amerikaner Anderson und Stacy, welche beide Schwarze beschreibt und die sämmtlich mehr oder weniger den Eisenhobelmaschinen (mit rotirenden Werkzeugen) nachgebildet sind.

V. Steinbearbeitungsmaschinen mit schneideartigen, rotirenden Scheiben als Werkzeuge wurden von Brunton & Trier zu Battersea (London) erfunden [1]), in England von Ransome in London mit Erfolg gebaut [2]), sowie ebenfalls auf dem europäischen Continente von Rieter & Co. in Töss (bei Winterthur) [3]).

Nothwendig ist für eine gute Wirkung hierbei, den Messerscheiben eine eigene Umfangsgeschwindigkeit zu geben, welche genau dem Abrollen auf der Steinfläche entspricht. Die Messerschneiden haben dadurch auch bei der grössten Umfangsgeschwindigkeit keine relative Geschwindigkeit in Bezug auf den zu bearbeitenden Stein und es ist somit jeder Stoss vermieden. Gewöhnlich enthält ein Messerkopf drei bis vier Scheiben, die einen sogenannten Satz bilden, wobei zu bemerken ist, dass in einem Kopfe auch drei bis vier solcher Sätze vereinigt sein können [4]).

Schramm- und Schlitz-Maschinen, welche sowohl bei der Materialgewinnung in Steinbrüchen, als auch bei der Herstellung von Felseinschnitten, Tunneln, Grubenstrecken etc. Anwendung finden. Unter Hinweisung auf die ausführliche S. 252 genannte Arbeit des Ing. Forchheimer über diesen Gegenstand werde nur bemerkt, dass man (in der Bergmannssprache) unter Schramm oder Schlitz (Kerbe) einen tiefen Einschnitt in Gestein versteht, welcher den Ausbruch des Gesteines vorbereiten soll.

1) Die englische Zeitschrift „Iron" vom 4. Februar 1881, S. 74.

2) Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 225, S. 133.

3) Polak a. a. O., S. 461 mit Abbildungen des eigentlichen Messerkopfes (Fig. 4430 a und Fig. 4430 b).

4) Polak fügt seinen Beschreibungen und Erörterungen nachstehende Zahlenangaben bei:

„Die Kreismesser haben einen Durchmesser von 8 Zoll englisch (mit 2 Fuss Schnittkreis), es müssen daher bei 300 bis 350 Touren des Messerkopfes (zufolge

Sehr harte Kalksteine und Granit erfordern Stahlmesser. Weichere Steine können auch mit Hartgussscheiben bearbeitet werden.

Ueber ähnliche Maschinen von der Mc. Donald-Stone-Cutting-Company, welche unter höherem Druck mit geringer Geschwindigkeit laufen, berichtet ebenfalls Polak nach der unten angegebenen amerikanischen Quelle[1]).

Zu erwähnen ist (nachträglich) noch, dass Brunton & Trier ihre Maschine mit rotirenden Messern nach zwei Systemen bauen, nämlich erstens mit vertikaler Spindel des Messerkopfes, so dass sich letzterer in horizontaler Ebene mit den Messern dreht und zweitens mit horizontalliegender Spindel, wobei der Messerkopf in vertikaler Ebene rotirt.

Ueber beide Gattungen berichtet am ausführlichsten Schwarze[2]) unter Beifügung verständlicher Abbildungen (nach den Quellen in den vorherigen Noten 714 und 715).

Im Sommer 1878 (zur Zeit der damaligen Pariser Weltausstellung) besuchte der Verfasser die berühmten Mühlsteinbrüche von La Ferté-sous-Jouarre (Bd. II, S. 222 und 223) und hatte zugleich Gelegenheit, daselbst die Etablissements zur Fabrikation dieser Steine von G. Roger und Bailly-Renaud & Comp. kennen zu lernen[3]).

Bei Roger fand derselbe nicht nur die im (bekannten) Armengaud-schen Werke[4]) beschriebenen Maschinen zum Behauen der Steinblöcke zu Mühlsteinen sowie auch die zum Zurichten der Mahlflächen in Thätigkeit[5]), sondern auch bei Bailly die neueste Maschine der Engländer Brunton & Trier mit vertikalem Messerkopfe (10 bis 12 Kreismesser im Umfange) in erfolgreicher Wirksamkeit[6]).

In Bezug auf die Seite 715 erwähnten Steindrehbänke, Fraismaschinen, sowie Schleif- und Polir-Maschinen muss der Verfasser ebenso auf die S. 714 reichlich angegebenen Quellen verweisen, wie auf das 8. Capitel des Schwarze-schen Buches: „Maschinen zur Bearbeitung des Schiefers“.

In letzterem Gebiete scheint zwar (naturgemäss) die weitere Entwickelung der Werkzeugsmaschinen überhaupt nicht ohne Einfluss geblieben zu

conischer Zahnradübersetzungen) die Messerspindeln 900 bis 1050 Touren machen. Ungefähr $^3/_8$ Zoll engl. der Messerperipherie ist in Contact mit der Steinoberfläche und zwar während einer tausendstel Secunde, wobei der Steinvorschub während dieser Zeit $^1/_{3000}$ Zoll englisch, so dass trotz der 2000 Fuss Umfangsgeschwindigkeit der Messer kein Erhitzen derselben eintritt.

1) „Der Techniker“, New-York 1883, pag. 337. In dieser Quelle eine schöne Abbildung.

2) A. a. O., S. 92—95.

3) Mein Bericht im hannov. Gewerbeblatte, Jahrg. 1879, S. 17 etc.

4) Publication Indust. Vol. 24 (1878), p. 196—232.

5) Hannov. Gewerbeblatt, a. a. O.

6) Die Roger'sche Maschine zur Vollendung der Mahlfläche der Mühlsteine mit schwarzen Diamanten (als Werkzeuge) auf dem Mantel des Fraisers, wobei der Fraiser pro Minute 3000 bis 4000 Umläufe macht, wurde ausführlich von Tresca beschrieben (begleitet von zwei schönen Kupfertafeln) im Bulletin de la Soc. d'encouragement etc. von 1876, Tome III, 3. Serie, pag. 365 unter der Ueberschrift: „Améliorations de la Fabrication des Meules“.

sein, im grossen Ganzen aber immerhin noch das zu bestehen, was der Bd. II, S. 547, Note 5 angegebene Bericht von Buresch über die Schieferbrüche in Wales enthält.

Bemerkung. Das Capitel „Tiefbohrmaschinen" rechnet der Verfasser zum Bergmaschinenwesen und beschränkt sich deshalb auf die hier unten[1]) verzeichnete Literatur dieses Gegenstandes.

§. 41.

Nachtrag Nr. XII zu Bd. III, §. 30.

Beschreibung einiger eigenthümlichen Locomotiven der Gegenwart.

Zwei Eisenbahnlocomotiven der Neuzeit sind es, welche ganz besonders verdienen, hier noch genannt und, so weit es Zweck und Raum gestatten, besprochen zu werden.

Es sind dies erstens die Eisenbahn-Locomotiven des sogenannten Compound-Systems und zweitens Abt's Zahnstangen-Eisenbahn-Locomotiven für starke Steigungen[2]).

1) 1. Beer: „Erdbohrkunde". Prag 1858.

2. Degousée & Laurent: „Die Anwendung des Erd- und Bergbohrers" (deutsche Uebersetzung nach der zweiten Auflage des franz. Originals). Quedlinburg 1862.

(Beide Werke haben vorzugsweise geschichtlichen Werth).

3. Carl Gotthelf Kind, der „König" unter den Erdbohr-Ingenieuren. Eine biograph. techn. Skizze vom Verfasser der Allgem. Maschinenlehre. Wirth's Deutscher Gewerbekalender 1871, S. 98—125.

4. Reich, Beschreibung der Diamantbohrung bei Böhmisch Brod. Jahrgang XXIII (1875), S. 302 des berg- und hüttenm. Jahrbuchs der Lehranstalt Leoben.

5. Serlo, Leitfaden für Bergbaukunde. Bd. I (4. Aufl. von 1884).

6. Köhler, Apparate und Maschinen zur Herstellung von Tiefbohrlöchern. Capitel VII im 4. Bande (Baumaschinen) des Handbuches der Ing.-Wissenschaften, 2. Abth. Leipzig 1885. (Hier findet sich zugleich die ausführlichste Literatur des Gegenstandes.)

7. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde (auf 5 Bände berechnet, wovon jedoch erst Bd. I erschienen ist). Leipzig, Baumgärtner'sche Buchhandlung 1886.

2) Eine höchst empfehlenswerthe Uebersicht neuerer Eisenbahn-Locomotiv-Constructionen giebt eine Abhandlung in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1886, S. 90 (Heft Nr. 5) und S. 132 (Heft Nr. 7).

Bekanntlich hat man in neuer Zeit beliebt, alle Dampfmaschinen des Woolf'schen Systemes (Bd. I, S. 521), welche mit einem besonderen Behälter (Receiver) zwischen dem grossen und kleinen Cylinder ausgestattet sind (und wodurch man in den Stand gesetzt wird, über die Art der Zulassung des Abdampfes vom kleinen Cylinder in den grossen, beliebig verfügen zu können) mit dem Namen Compoundmaschinen (Bd. IV, zweite Auflage, S. 427) zu bezeichnen [1]).

Nachdem dies Compound-System für grosse Schiffe und stationäre Dampfmaschinen allgemein Eingang gefunden und sich insbesondere durch vortheilhaftere Verwendung des Dampfes und durch Ersparniss an Brennmaterial bewährt hatte [2]), war es eigentlich selbstverständlich, dass man sich bemühte, dies System auch für Eisenbahnlocomotiven zu verwenden.

Das Verdienst, zuerst Locomotiven nach diesem System gebaut und für die (allerdings nur kurze) Bahn von Bayonne nach Biaritz in Betrieb gesetzt zu haben, hat sich der Ingenieur Mallet in Paris (ein Schweizer) erworben. Mit welchen Schwierigkeiten dieser Herr zuerst zu kämpfen hatte, erhellt aus einer ausführlichen Besprechung des Mallet'schen Locomotivsystems mit zwei schönen Tafeln Abbildungen (zuerst) in Armengaud's Publication Industrielle, Vol. 25, Tafel 4 und 5, sowie hieraus in Heusinger's Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1879, Bd. 16, S. 119 (von Schaltenbrand in's Deutsche übersetzt und mit nützlichen Anmerkungen versehen).

Freilich zeigte sich bald, dass die Mallet'schen Compound-Locomotiven, obwohl ausserordentlich sinnreich erdacht, doch für den praktischen Eisenbahnbetrieb, sowohl hinsichtlich der Construction als der Handhabung, an Einfachheit noch viel zu wünschen übrig liessen [3]). Als Hauptnachtheil wurde jedoch dem Mallet'schen System (im Constructionsprincipe) der Umstand nachgewiesen, dass gerade bei den stärksten Kraftleistungen der Maschine, wenn also die Dampfersparniss am wichtigsten ist, nicht nach dem Compound-, sondern nach dem gewöhnlichen Systeme gearbeitet werden soll. Hierzu werde noch Folgendes bemerkt.

Im ersteren Falle gelangt der Dampf vom Kessel aus in den kleinen Cylinder. Der aus letzterem abströmende Dampf passirt ein besonderes

1) Die Benennung „Compound-Maschinen für die oben benannte Gattung von Woolf'schen Dampfmaschinen kam in den 40er Jahren in England in Gebrauch und scheint von Mac-Naught herzurühren. Neuerdings hat man für die deutsche Sprache den Namen „Verbund-Maschine" einzuführen sich bemüht. Wahrscheinlich wird es hiermit wie mit dem seiner Zeit von Crelle in Berlin gemachten Vorschlage gehen, statt Condensator „Kühlfass" zu setzen. Es ist beim Alten geblieben! Man sehe hierüber auch die Zeitschrift deutscher Ing., Jahrg. 1886, S. 181.

2) Der Verfasser benutzt hier eine Arbeit des Herrn v. Borries, Regierungs-Maschinenmeister bei der hannoverschen Staatsbahn, welche sich in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1880 (Bd. XXIV), S. 448 abgedruckt vorfindet.

3) v. Borries in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1880 (Bd. XXIV), S. 447 bis mit S. 458.

Rohr und gelangt in das Einströmungsrohr des grossen (Niederdruck-) Cylinders, welche letztere beiden Rohre den „Receiver“ bilden. Diese Rohre liegen zum Theil innerhalb der Rauchkammer derartig, dass der vom kleinen zum grossen Cylinder strömende Dampf noch etwas weiter erwärmt, beziehungsweise das bei der ersten Expansion niedergeschlagene Wasser wieder verdampft wird.

Thatsache ist es, dass diejenigen Mallet'schen Maschinen, welche viel nach dem zweiten der genannten Systeme arbeiten mussten, keine günstigen Resultate erzielten.

Herr v. Borries in Hannover war so glücklich, ein Compound-Maschinen-System für Eisenbahnlocomotiven zu construiren[1]), welches frei ist von den genannten Uebelständen.

Bei diesem Systeme führt das Dampfeinströmungsrohr den Kesseldampf (aus dem Dome) nur nach dem rechts liegenden kleinen Cylinder, arbeitet daselbst mit theilweiser Expansion und gelangt dann durch das in der Rauchkammer liegende Verbindungsrohr (den Receiver) nach dem linken grossen Cylinder, von wo er endlich nach Vollendung der Expansion durch das Blasrohr in den Schornstein entweicht.

An anderer Stelle[2]) fasst Herr v. Borries, nach vergleichenden Versuchen auf sechs verschiedenen Maschinenstationen, die wesentlichsten Vortheile seiner Compound-Locomotiven nach den Ergebnissen folgendermaassen zusammen:

1) Vollständige Betriebstüchtigkeit der Locomotiven.
2) Eine Brennmaterialersparniss, für gleiche Leistung, von 15 bis 20 Procent.
3) Vermehrte Leistungsfähigkeit und
4) keine Vermehrung der Unterhaltungskosten.

Herr Regierungsrath Wöhler in Strassburg, Maschinendirector der Elsass-Lothringer Eisenbahnen, bespricht die Vorzüge der v. Borries-Compound-Locomotiven im Berliner Centralblatte für Bauverwaltung, Jahrg. 1883, S. 6 und 7 eingehend, wonach diese Maschinen bei grösserer Fahrgeschwindigkeit einen sehr sicheren Gang besitzen, welcher von Schlingerbewegungen und Nachschwingungen infolge von Bahnunebenheiten durchaus frei ist[3]). Diese Sicherheit des Ganges wird als eine Folge der Dampfcylinderlage hinter der Laufachse bezeichnet, wodurch das von der Laufachse überhängende Gewicht sehr verringert, also die Führung der Maschine im Geleise sehr erleichtert und die Neigung zum Schlingern beseitigt wird. Man darf daher annehmen, dass Locomotiven dieser Anordnung auf die Lage der Geleise in erheblich geringerem Maasse als solche mit vorderen Dampfcylindern (wie die Mallet'schen Maschinen) einwirken[4]).

1) A. a. O., S. 452.

2) Zeitschr. d. Vereins d. Ingenieure, Jahrg. 1886, S. 181.

3) Ebendaselbst, Jahrg. 1886 (Nr. 9), S. 181.

4) Hinsichtlich der Dampfcylinderlage gleichen die Compound-Locomotiven des Herrn v. Borries den Crampton'schen Maschinen, Bd. III, S. 360.

Wir schliessen hiermit unseren Bericht über die Compound-Locomotiven des Herrn v. Borries mit der Aufnahme folgender Notizen über die vorzüglichsten Constructionsverhältnisse einiger der zu den vorgenannten Versuchen verwandten Compound-Locomotiven verschiedener deutschen Eisenbahn-Verwaltungen[1]).

Locomotiven-Gattung.	Heiz-fläche. qm	Rost-fläche. qm	Cylinder-durchm. mm	Kolben-hub. mm	Trieb-rad-durchm. mm	Dampf-druck. Atm.	Gewicht (betriebs-fähig) Tonnen
Gütermasch. 3 gekuppelte Achsen . . .	121,6	1,53	460—650	630	1330	12	39,1
Schnellzug-maschinen 2 gekuppelte Achsen . . .	96,5	1,80	420—600	580	1860	12	38,0
Omnibus-Locomotiven ungekuppelt	23	0,54	200—300	400	1130	12	18,0

Beim zweiten der obengenannten beiden Locomotivsysteme, dem des Ingenieurs Roman Abt in Arau, langjährigem Constructeur und Mitarbeiter Roggenbach's, ist die Aufgabe gelöst, die Zahnstangen-Locomotive mit der Adhäsions-(Reibungs-)Locomotive derartig zu vereinigen, dass man durch dieselbe Locomotive in den Stand gesetzt ist, auf mässigen Steigungen allein das Adhäsionssystem, auf starken Steigungen (derselben Bahn) aber dieses erstere in Vereinigung mit der Zahnstange zu verwenden.

Eine der interessantesten Verwendungen derartiger Locomotiven findet sich in der unter Leitung des Bahndirectors Schneider hergestellten Bahn von Blankenburg nach Tanne im Harz[2]).

1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1886 (Bd. XXX), Seite 184.

Die vollständigeren Tabellen sind in unserer Quelle abgedruckt, wobei bemerkt werden mag, dass das Brennmaterialersparniss der Compound-Locomotive betrug:

Im Minimum: $10^1/_2$ Procent, im Maximum: 21 Procent.

2) Die ganze Bahn hat die Länge von 27 km, wobei sie von Blankenburg aus die Orte Hüttenrode, Rübeland, Elbingerode und Rothehütte berührt. An zehn verschiedenen Stellen sind Zahnstangen in der Gesammtlänge von 6,63 km, in die Mitte zwischen den gewöhnlichen Bahnschienen aus Stahl (auf eisernen Vautherin-Schwellen), angebracht. Die grösste Steigung der Zahnstangenbahnen beträgt 60 auf 1000 (oder $^3/_{50}$) bei 250 m kleinstem Krümmungshalbmesser. Die

Auf Schneider's Wunsch hat Abt für diese Bahn eine vierachsige (mit sogenanntem zweirädrigen, drehbarem Vordergestell, nach Bissel, Bd. III, S. 384) Tender-Locomotive construirt, welche mit vier Dampfcylindern ausgestattet sind, wovon man die beiden kleineren innerhalb liegenden speciell für den Zahnstangenbetrieb, die äusseren für die Adhäsions-Locomotive bestimmt hat[1]).

Die Hauptverhältnisse dieser Locomotiven sind folgende:

Durchmesser der Dampfcylinder für die Treibräder	0,450 m
Kolbenschub derselben	0,600 „
Durchmesser der Dampfcylinder für die Zahnräder	0,300 „
Kolbenschub derselben	0,600 „
Durchmesser der Treib- und Kuppelräder . . .	1,250 „
„ „ Laufräder (ein Paar)	0,750 „
Gesammtradstand	5,450 „
Gesammte Heizfläche	150,0 qm
„ Rostfläche	1,87 „
Gesammtgewicht der Locomotive im Dienst . .	55 Tons
Arbeitsdruck im Kessel	10 Atm.

Diese Locomotiven vermögen auf der stärksten Steigung der Harzbahn von $^3/_{50}$ eine Bruttolast von 120 Tons zu befördern, wobei für die Zahnradbahn eine grösste Geschwindigkeit von $7^1/_2$ km pro Stunde, für die Adhäsionsbahn eine solche von 15 km für dieselbe Zeit, festgesetzt ist.

Noch ist hier der (neuen) eigenthümlichen Zahnstange zu gedenken, welche Abt verwendet[2]). Es hat diese nämlich nicht die leiterartige Zusammensetzung der Riggenbach'schen Zahnstange, wie solche bereits Bd. III, Seite 421, Fig. 342 und 343 abgebildet und beschrieben wurde, sondern es sind die Zähne der stählernen Stange derartig in Bänder (Flachschienen von 20 mm Dicke und von 110 mm Höhe) eingefrässt[3]), dass sie eine zusammenhängende Zahnreihe von 120 mm Theilung und 50 mm Zahnhöhe bei 60 mm Dicke bilden. Ferner liegen überdies drei Zahnstangen parallel, zu einem ganzen Körper vereinigt, nebeneinander und zwar um je eine Zahntheilung

Adhäsionsbahn hat eine grösste Steigung von $^1/_{40}$ und 180 m als kleinsten Krümmungshalbmesser.

1) Der Verfasser benutzte bei Abfassung gegenwärtig folgender Mittheilungen nachstehende, fast überall mit erforderlichen Zeichnungen ausgestattete Quellen:

1. Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen, Jahrg. 1883, S. 189 und Jahrg. 1885, S. 105.
2. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrg. 1886, S. 138.
3. Dingl. Polytechn. Journal, Bd. 260 (1886), S. 489.
4. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1887, Nr. 7 (S. 136), Nr. 18 (S. 362) und Nr. 19 (S. 389).

Diese letzteren Quellen enthalten vorzügliche Specialberichte des Herrn Professors Frank in Hannover, wobei sich auch (a. a. O., S. 390) Profilzeichnungen der Bahn vorfinden.

2) Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, Jahrgang 1886, S. 102.

3) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1887 (Nr. 7), S. 139.

derartig versetzt, dass überhaupt sogenannte Stufen- oder Staffelzähne gebildet werden[1]).

Die Vortheile dieser Anordnung sind folgende: Ununterbrochener Zusammenhang der Zahnschiene, erhöhte Betriebssicherheit, ruhiger (stossfreier) Gang, verminderte Zahnreibung[2]), Möglichkeit der Anwendung grösserer Fahrgeschwindigkeit, leichtere Ausführung in den Curven etc. etc.[3])

§. 42.

Nachtrag Nr. XIII zu Bd. III, S. 559,

„Eisenbahnen für den Pferdebetrieb bei Stadtbahnen betreffend."

Seit dem Erscheinen vorbemerkten Bandes der Allgem. Maschinenlehre hat die daselbst von S. 551 bis mit S. 559 gestellte directe und indirecte Frage über Verwendung der Dampfwagen bei den Strassen-Eisenbahnen der Städte insofern eine entschiedene Beantwortung durch die Erfahrung gefunden, als mit wenigen Ausnahmen bestätigt worden ist, dass der Dampfbetrieb nur dann für Stadtbahnen von Vortheil ist, wenn entsprechende Höhendifferenzen zu überwinden, hoch und niedrig gelegene Stadttheile mit denselben Motoren befahren werden müssen, wie dies u. A. in Genf, Brüssel, Oporto etc. etc. der Fall ist[4]).

Liegen dagegen die Stadtbahnen fast überall in der horizontalen Ebene und ist der gewöhnliche (tägliche) Personenverkehr verhältnissmässig nur gering, wie dies beispielsweise in der Residenzstadt Hannover der Fall ist, so wird der Betrieb am vortheilhaftesten durch Verwendung von Pferden beschafft.

Um letztere Behauptung durch Versuche (so weit als möglich) zu erweisen, wurden in den Jahren 1878 und 1879 auf den Stadtbahnen der Residenzstadt Hannover von dem Verfasser und seinem wackeren (damaligen) Assistenten im Maschinenfache, Herrn Ingenieur Prahl, höchst sorgfältige Versuche angestellt, welche Resultate ergaben, die im Nachstehenden mitgetheilt werden sollen[5]).

Bemerkt werde hierzu (als Einleitung), dass zu diesen Versuchen die besten der jetzt bekannten mechanischen Instrumente der Maschinenmodellsammlung der hannoverschen Technischen Hochschule, die Zugdynamometer von

1) Reuleaux, „Der Constructeur". Vierte Auflage (1882), S. 565.

2) Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ing.- und Maschinen-Mechanik. Dritter Theil (zweite Auflage), erste Abtheilung, S. 396.

3) Für weitere Studien dieses interessanten, höchst beachtenswerthen Eisenbahn- und Maschinensystems für Bergbahnen von scharfer Steigung ist besonders die Arbeit des Herrn Professors Frank zu empfehlen, welche in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ing., Jahrg. 1887, S, 362—394 abgedruckt ist.

4) Hannoversches Gewerbeblatt, Jahrg. 1876, S. 49 und 57.

5) Ebendaselbst, Jahrg. 1879, S. 49 und S. 431.

Clair in Paris und von Burg in Wien, benutzt wurden, wovon sich in den unten notirten Quellen[1]) Beschreibungen und Abbildungen vorfinden.

Die durchfahrene beinahe ganz gerade Strecke war dabei die fast völlig horizontale Strasseneisenbahn vom Döhrener Thurme bis zur ersten Ausweichung nach der Stadt hin gerechnet und zwar betrug die Länge, auf welcher gemessen wurde, d. h. innerhalb welcher der sogenannte Beharrungszustand eingetreten war, 351 m.

Zwei der vertrauenswerthesten Versuche (von 1878) ergaben folgende Resultate:[2])

Erster Versuch (Fahrt in der Richtung nach Döhren).

Gewicht des leeren Wagens (Eigengewicht)	87,00 Ctr.	= 4350 kg
Gewicht der Menschenlast (Nutzlast)	49,34 „	= 2467 „
Folglich Totalgewicht . .	136,34 Ctr.	= 6817 kg.

Mittlere Fahrgeschwindigkeit $v = 2{,}6$ m pro Secunde.

Zugkraft $= k_1$ als Mittelwerth der Angaben des Clair'schen Dynamometers mit Registrirapparat: 37,70 kg.

Daher der Quotient aus Zugkraft dividirt durch Totallast (der sogenannte Widerstandscoëfficient):

$$\frac{37{,}70}{6817{,}0} = 0{,}0055 = \frac{1}{181}.$$

Arbeitsleistung = $\mathfrak{A}$ der beiden Zugpferde:

$$\mathfrak{A} = kv = 37{,}70 \times 2{,}60 = 98{,}02 \text{ mkg, oder}$$

Arbeitsleistung pro Pferd = 49,01 „

Zweiter Versuch. Derselbe Weg von 351 m Länge, jedoch in entgegengesetzter Richtung durchfahren.

Eigengewicht des Wagens	87,0 Ctr.	= 4350 kg
Nutzlast (Fahrgäste)	60,2 „	= 3010 „
Daher Totalgewicht:		7360 kg.

Mittlere Fahrgeschwindigkeit: 2,50 m pro Secunde.

Zugkraft (Mittelwerth der Angaben des bereits genannten Clair'schen Dynamometers): 38,50 kg.

Daher der Widerstandscoëfficient:

$$\frac{38{,}50}{73{,}60} = 0{,}0052 = \frac{1}{191}.$$

Arbeitsleistung beider Zugpferde:

$$\mathfrak{A} = k.v = 38{,}50 \times 2{,}50 = 96{,}25 \text{ mkg,}$$

Arbeitsleistung pro Zugpferd = 48,125 „

Fortsetzung vorbemerkter Versuche.

Durch die fernere Güte der Direction vorbenannter Gesellschaft und der betreffenden Beamten wurde es am 20. Juni 1879 den Studirenden und be-

1) Allgem. Maschinenlehre, Bd. I (2. Auflage), bezw. S. 201 und S. 198.

2) Hannoversches Wochenblatt für Handel und Gewerbe. Jahrg. 1879, S. 51.

treffenden Docenten der Technischen Hochschule möglich, vorjährige mit dem grossen Personenwagen angestellte Versuche über Bahnwiderstand und Arbeitsleistung durch neue derartige Versuche mit dem **kleinen** (von einem Pferde gezogenen) Personenwagen zu vervollständigen [1]).

Die zuverlässigsten aller Versuche waren folgende zwei, deren Resultate aber nachstehende:

Die von Döhren aus durchfahrene Strecke hatte $L = 360$ m Länge, ferner betrug

das Gewicht des leeren Wagens: 39 Ctr. = 1950 kg.

Der Endpunkt der in der Richtung Döhrener Thurm Stadt (Kirchhof) durchfahrenen Strecke lag dabei 0,821 m tiefer als die Abfahrtsstelle.

Erster Versuch.

Wagengewicht = 39 Ctr. = 1950 kg (= Q),
Nutzlast (Personengewicht) = 34 „ = 1700 „ (= q) [2])

Summe des Transportlastgewichts = 3650 kg (= $Q + q$).

Mittlere Zugkraft = K, durch ein vortrefflich construirtes Morin-Clair'sches mit Registrirapparat versehenes Plattfeder-Dynamometer gemessen:

$$K = 15 \text{ kg}.$$

Daher die verrichtete Arbeit des Pferdes:

$$K . L = 15 . 360 = 5400 \text{ mkg}$$

und folglich die secundliche Arbeit = $\mathfrak{A}$, da die Versuchszeit 96 Secunden betrug:

$$\mathfrak{A} = \frac{5400}{96} = 56{,}25 \text{ mkg}.$$

Um den sogenannten Bahnwiderstand zu finden, musste man offenbar zur vorher berechneten Arbeit noch die addiren, welche dem Gewichte 3650 kg entspricht, wenn dies um den Betrag der Bahnneigung, d. i. um 0,821 m herabsinkt, d. h. obige Arbeit um $3650 \times 0{,}821 = 2997$ mkg vergrössern.

Hiernach betrug also die Gesammtarbeit der widerstehenden Kräfte $5400 + 2997 = 8397$ mkg.

Die mittlere Summe der widerstehenden Kräfte = P war demnach (letztere Zahl durch den zurückgelegten Weg = 360 m dividirt):

$$P = \frac{8397}{360} = 23{,}3 \text{ kg}.$$

Der sogenannte Widerstandcoëfficient = m war also:

$$m = \frac{P}{Q + q} = \frac{23{,}3}{3650} = 0{,}0064 = \frac{1}{156}.$$

Endlich ergab sich noch die Fahrgeschwindigkeit v zu $v = \frac{360}{96} = 375$ m pro Secunde und demnach die secundliche Leistung = A des einen vorgespannten Pferdes zu $A = K . \bar{v} = 15 . 3{,}75 = 56{,}25$ mkg (wie vorher).

1) Hannoversches Wochenblatt für Handel und Gewerbe. Jahrg. 1879, S. 433.

2) Bei normalen Verhältnissen enthalten diese kleinen Wagen im Inneren 16 Sitzplätze und ausserhalb höchstens 9 Stehplätze, so dass mit Conducteur und Kutscher die Zahl der zu transportirenden Personen 27 betragen würde.

Zweiter Versuch.

Alle Hauptumstände waren dieselben, mit Ausnahme der mittleren Zugkraft, die hier $K = 17{,}80$ kg gemessen wurde, der Fahrzeit (94 Secunden) und der mittleren Geschwindigkeit, die $v = 3{,}83$ m betrug.

Die secundliche Leistung des Pferdes war also:

$$\mathfrak{A} = K \,.\, v = 17{,}80 \,.\, 3{,}83 = 68{,}174 \text{ mkg}.$$

Die gesammte widerstehende Arbeit berechnete sich ferner zu

$$K \,.\, L = 17{,}8 \,.\, 360 + 2997 = 6408 + 2997,$$

d. i. zu 9405 mkg.

Der Bahnwiderstand betrug folglich:

$$P = \frac{9405}{360} = 26{,}1 \text{ kg},$$

so dass sich der Widerstandscoëfficient ergab zu

$$m = \frac{P}{Q + q} = \frac{26{,}1}{3650} = 0{,}0072 = \frac{1}{140} \text{ (circa).}$$

Die Resultate der im Jahre 1878 mit den grossen Personenwagen angestellten Versuche mit vorstehenden Ergebnissen der kleinen Personenwagen zusammengestellt, liefern schliesslich folgende Uebersicht:

Grosser Wagen[1]).							
Versuchs-Nr.	Eigengewicht des Wagens.	Total-Gewicht. kg	Transportgeschwindigkeit pro Secunde. m	Zugkraft zweier Pferde. kg	Zugkraft eines Pferdes. kg	Secundliche Arbeitsleistung eines Pferdes. mkg	Widerstands-Coëfficient (= Zugkraft dividirt durch transportirte Gesammtlast).
1	87 Ctr. = 4350 kg	6817	2,60	37,70	18,85	49,010	$0{,}0055 = \frac{1}{181}$
2	Dasselbe	7360	2,50	38,50	19,25	48,125	$0{,}0052 = \frac{1}{191}$
Kleiner Wagen.							
				Zugkraft eines Pferdes			
1	39 Ctr. = 1950 kg	3650	3,75	15,0		56,250	$0{,}0064 = \frac{1}{156}$
2	Dasselbe	Dass.	3,83	17,80		68,174	$0{,}0072 = \frac{1}{140}$

1) Bei normalen Verhältnissen enthält ein grosser Wagen im Innern 18 Sitzplätze, auf dem Verdeck ebenfalls 18 Sitzplätze und ausserdem vorn und hinten

Hiernach stellen sich die kleinen Wagen hinsichtlich Fahrgeschwindigkeit und Leistung des Pferdes vortheilhafter heraus wie die grossen Wagen, wobei man jedoch wohl beachten muss, dass die Nutzladung pro Pferd bei wachsender Kopfzahl der Bespannung des Fuhrwerks, unter übrigens gleichen Umständen, ungefähr nach Bokelberg[1]) beträgt, den Widerstandscoëfficienten zu $^1/_{50}$ vorausgesetzt (als durchschnittliche Mittelwerthe): Einspännig = 45 Ctr. — Zweispännig = 44 Ctr. — Dreispännig = 39 Ctr. — Vierspännig = 36 Ctr. — Fünfspännig = 33 Ctr. — Sechsspännig 29 Ctr. u. s. w.

Was hiernach die Frage nach dem Ersatz der Pferde bei Stadt-Eisenbahnen durch andere Kräfte (sogenannte Elementarkräfte, gegenüber der Schwerkraft und Muskelkraft der Thiere) betrifft, so lässt sich nach dem gegenwärtigen Zustande der Sache etwa Folgendes sagen:

Von der Dampfkraft, also der Eisenbahn-Locomotive, ausgehend, ist bei vorstehenden Resultaten über die secundliche Leistung eines lebenden Pferdes im Mittel etwa die Arbeit von $\frac{56 + 68}{2} = 62$ mkg. also der $^{62}/_{75}$ Theil eines sogenannten Dampfpferdes zu rechnen, die Leistung des letzteren zu 75 mkg pro Secunde angenommen.

Aus letzteren Resultaten geht ohne Weiteres hervor, dass es für Verhältnisse von Stadteisenbahnen wie die der Residenzstadt Hannover, wo die einspännigen Personenwagen nur etwa $^{83}/_{100}$ eines Dampfpferdes in Anspruch nehmen, unpraktisch sein würde, den Betrieb durch Dampfwagen statt durch Pferde zu beschaffen, ja dass das Urtheil wenigstens nicht falsch ist, wenn behauptet wird, es sei beinahe dasselbe, als wenn man vor einen mit jungem Volke besetzten Kinderwagen ein paar kräftige Rappen vorspannen wollte![2])

§. 43.

Nachtrag Nr. XIII, S. 578,

„Die neuesten Rohrpostapparate der Stadt Berlin betreffend."

Durch die besondere Güte Sr. Excellenz, des Herrn Dr. v. Stephan, Staatssecretär des Kaiserlichen Reichs-Postamtes, wurde der Verfasser in den Stand gesetzt, nachstehende Abbildungen Fig. 531 bis mit Fig. 536 neuer Rohrpostapparate (System Felbinger) hier liefern zu können, wobei er zugleich nicht

9 Stehplätze, so dass (einschliesslich Conducteur und Kutscher) die Zahl der (eigentlich) aufzunehmenden und zu transportirenden Personen 47 beträgt.

1) Zeitschrift des hannov. Arch.- u. Ingen.-Vereins, Jahrg. 1855, S. 74.

2) Man vergleiche hiermit einen Artikel des hannoverschen Gewerbeblattes Nr. 8, S. 69 vom 23. Februar 1878, welcher die Ueberschrift trägt: „Die erste Stadteisenbahn-Locomotive in der Provinz Hannover".

unterlassen kann, Sr. Excellenz hierfür den verbindlichsten Dank hiermit öffentlich auszusprechen.

Die hier zunächst folgenden Abbildungen, Fig. 531 und Fig. 532, zeigen den neuen Rohrpostapparat des Systemes von Felbinger. Derselbe wurde 1886 versuchsweise in Gebrauch genommen und hat sich im Allgemeinen be-

Fig. 531.

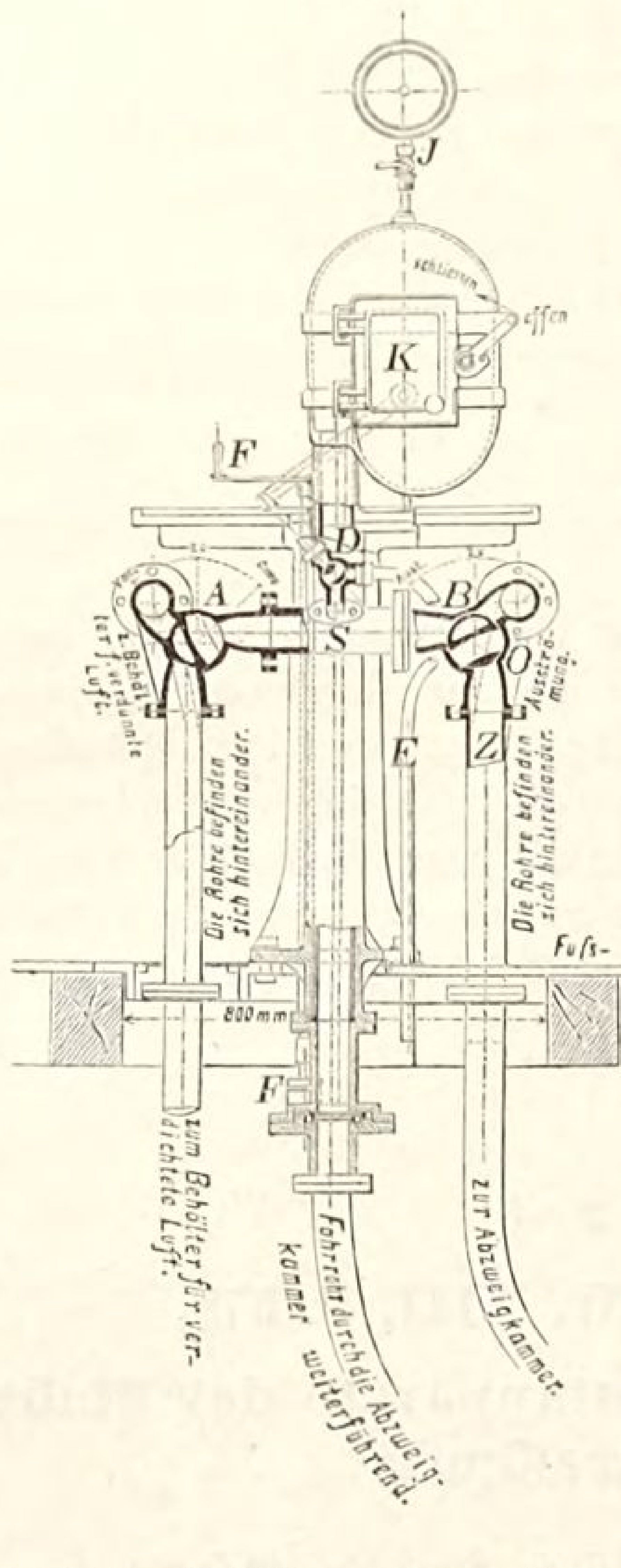
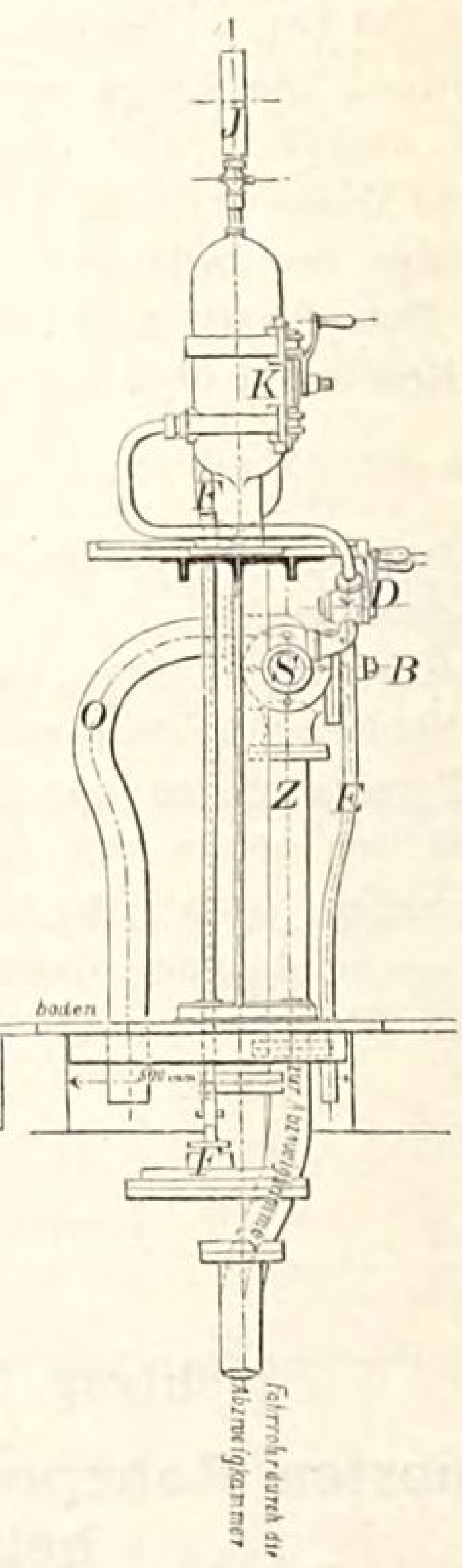


Fig. 532.



währt. Gegenwärtig (1887) werden solche Apparate bei zwei Rohrpostämtern in Berlin zum Betriebe verwendet. In unseren Abbildungen Fig. 531 und Fig. 532 sind die einzelnen Theile des Apparates derartig verwandt, dass eine Vergleichung mit dem alten von Felbinger'schen Apparat leicht ausführbar ist[1]).

1) Der Verfasser hielt es für angemessen, die Fig. 457 und Fig. 459 des Bandes III (2. Auflage), S. 579 und S. 580 hier nochmals aufzunehmen und zwar so, wie solche in der (deutschen) Patentschrift Nr. 1506 vom Jahre 1877 enthalten sind.

Jeder Apparat (Fig. 533 und Fig. 534) besteht hier aus einem gemeinschaftlichen Ständer A zur seitlichen Anbringung der verschiedenen Lufthähne, auf

Die ferneren Abbildungen Fig. 535 und Fig. 536 sind Skizzen eines nach den Angaben des Ober-Postdirections-Secretärs **Ehrike** in Berlin geänderten

Fig. 535.

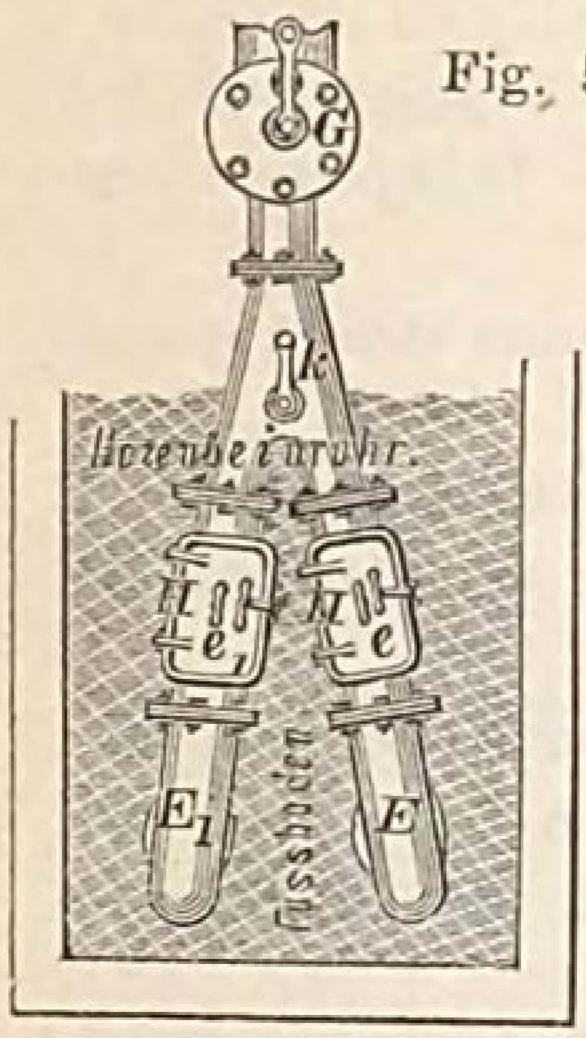
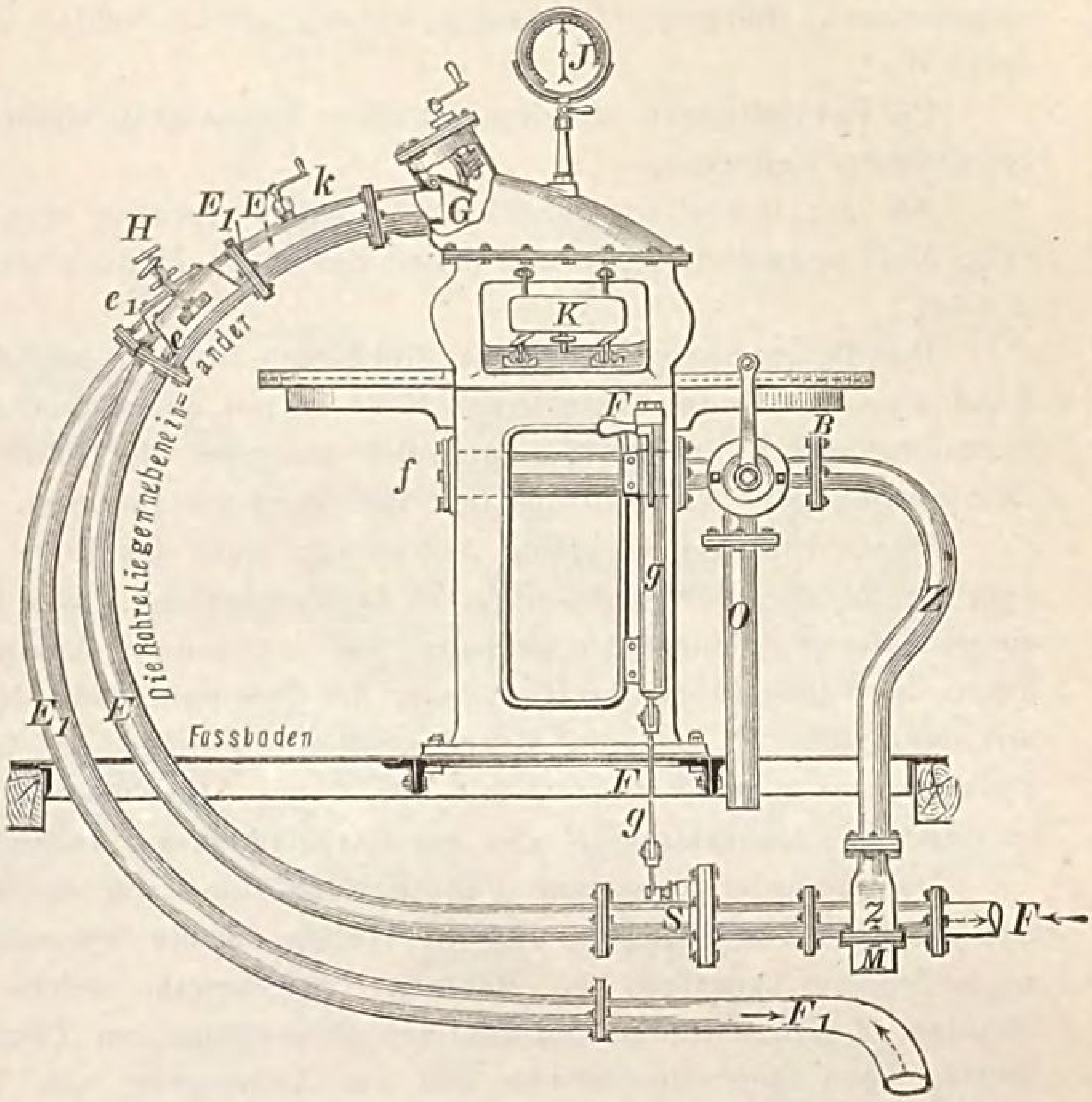


Fig. 536.



und wesentlich vereinfachten Rohrpostapparats für „**Zwischenämter**". Derselbe hat bei dem erst kurze Zeit umfassenden Versuche ein erfreuliches Er-

dessen oberer Fläche eine oder (bei doppelten Apparaten) zwei Büchsenkammern *B* aufgeschraubt sind. Der erwähnte Ständer ist auf einem am Boden des Zimmers

Fig. 533.

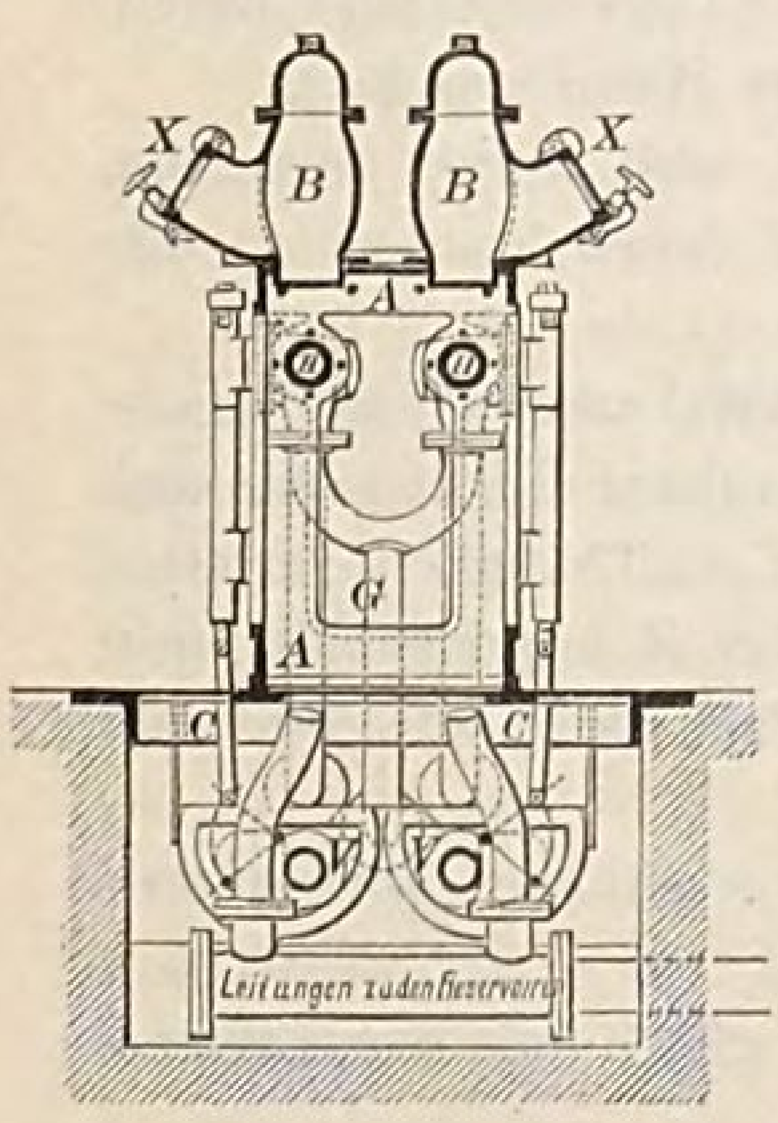
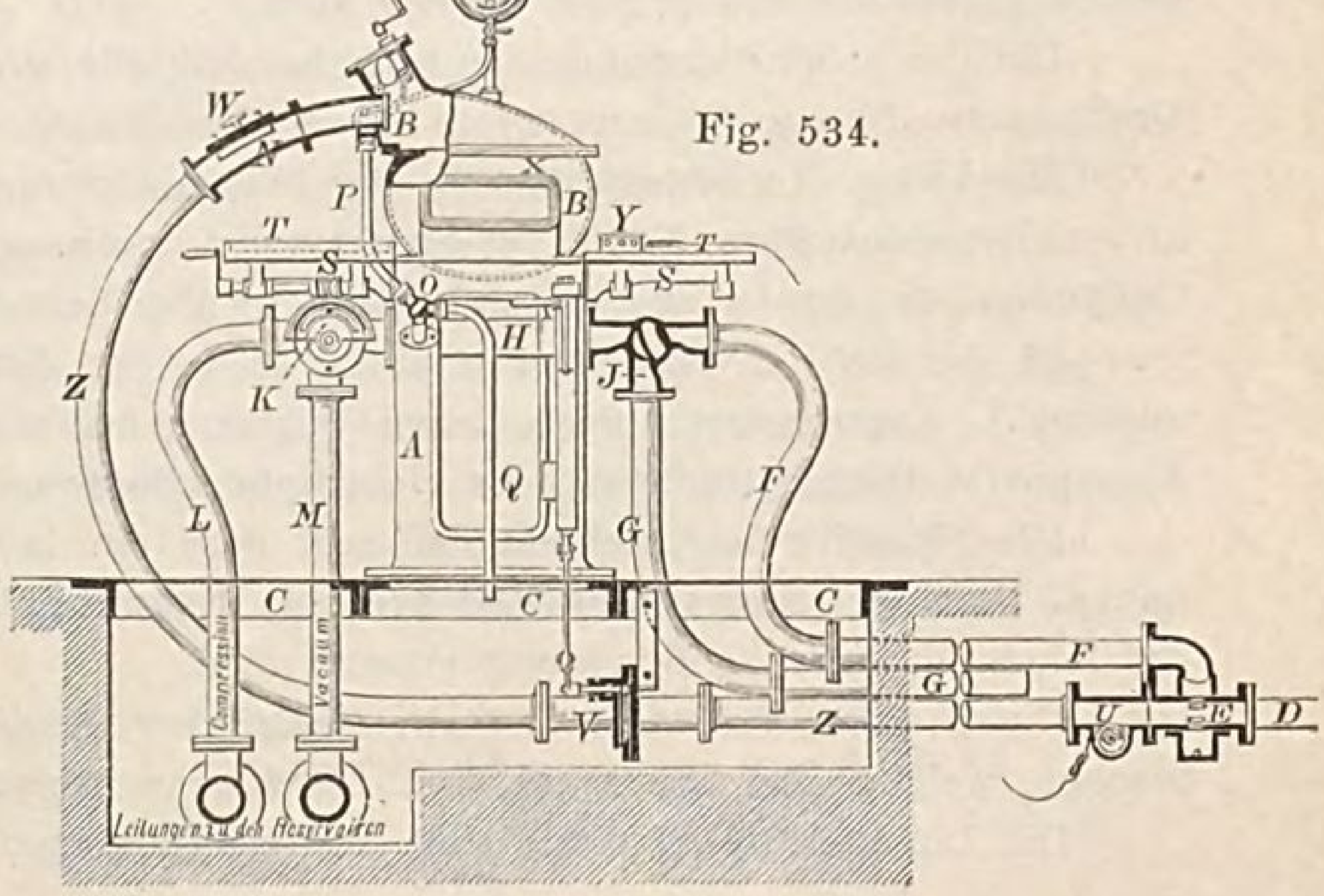


Fig. 534.



gebniss geliefert und wird es deshalb beabsichtigt, in diesem Jahre (1887) einige weitere Rohrpostapparate nach diesem Muster abzuändern und in Gebrauch nehmen zu lassen.

eingelassenen Rahmen *C* befestigt, dessen offene Felder mit Deckplatten verdeckt sind.

Die Rohrleitungen münden mit ihren Enden *D* in einen unter dem Apparate befindlichen Kellerraum.

An die Rohre ist zunächst für jeden Apparat eine Abzweigkammer *E* (Fig. 534) angeschraubt, von welcher das Rohr *F* nach dem Beförderungshahn *J* führt.

Der Beförderungshahn steht durch das Rohr *G* mit dem Kellerraum und durch das im Ständer angegossene Rohr *H* mit einem analogen Hahn, dem Permutationshahn *K*, in Verbindung, welch letzterem die Rohre *L* und *M* entweder Compression oder Vacuum aus den Luftreservoirs zuführen.

Durch eine weitere kleine Anbohrung steht das Rohr *H* mit der Aufgabekammer *N* der Büchsenkammer *B* in Verbindung. Ein in diese Verbindung eingeschalteter kleiner Dreiweghahn, der sogenannte Anlasshahn *O*, vermittelt durch das Verbindungsrohr *P* entweder die Communication der Aufgabekammer *N* mit dem Rohr *H*, oder in seiner zweiten Stellung und durch das unter dem Fussboden mündende Rohr *Q* mit der freien Atmosphäre. Die Aufgabekammer ist durch die Rohrklappe *R* von der Büchsenkammer abzuschliessen.

Die Beförderungs- und Permutationshähne werden durch Kurbeln und Schneckenräder angetrieben, und die Wellen für die Schnecken sind in seitlichen augenförmigen Ansätzen der Rahmen *SS* gelagert, welche an den Seiten des Ständers *A* angeschraubt sind und zur Befestigung von Tischplatten *TT* für die Auflage von Depeschenbüchsen und zur Anbringung von Telegraphen-Tastern und elektrischen Läutewerken dienen.

Die Fortsetzung des Depeschenrohres bildet das Rohr *Z*, welches die Abzweigkammer mit der Aufgabekammer verbindet.

In dieses Rohr *Z* ist unter dem Apparate in der Vertiefung des Fussbodens ein Scheibenverschluss *V* eingeschaltet, welcher durch eine Zugstange, die durch eine am Ständer *A* angeschraubte Hülse geführt ist, vom Standpunkte des Manipulanten gehoben und gesenkt werden kann.

Die der geöffneten Scheibe entsprechende Stellung der Zugstange wird durch Drehung des Handgriffes um 90° in einem Ausschnitte der Hülse gesichert.

Die kleine Verschlussthüre *W* der Aufgabekammer wird durch eine, die grosse Verschlussthüre *X* der Büchsenkammer durch zwei Pressschrauben an die Oeffnungen angepresst und dadurch luftdicht abgedichtet.

In das Rohr *Z* ist ferner unmittelbar an der Abzweigkammer der Signalapparat *U* eingeschaltet, durch dessen Wirkung der vorbeifahrende Zug das auf der Apparat-Tischplatte befindliche elektrische Läutewerk *V* in Thätigkeit versetzt.

Die Signalisirung geschieht dadurch, dass ein in den Rohrquerschnitt mit seinem Umfange eintretendes Rädchen mit Kautschukbelag durch die Reibung des Zuges in rotirende Bewegung versetzt wird.

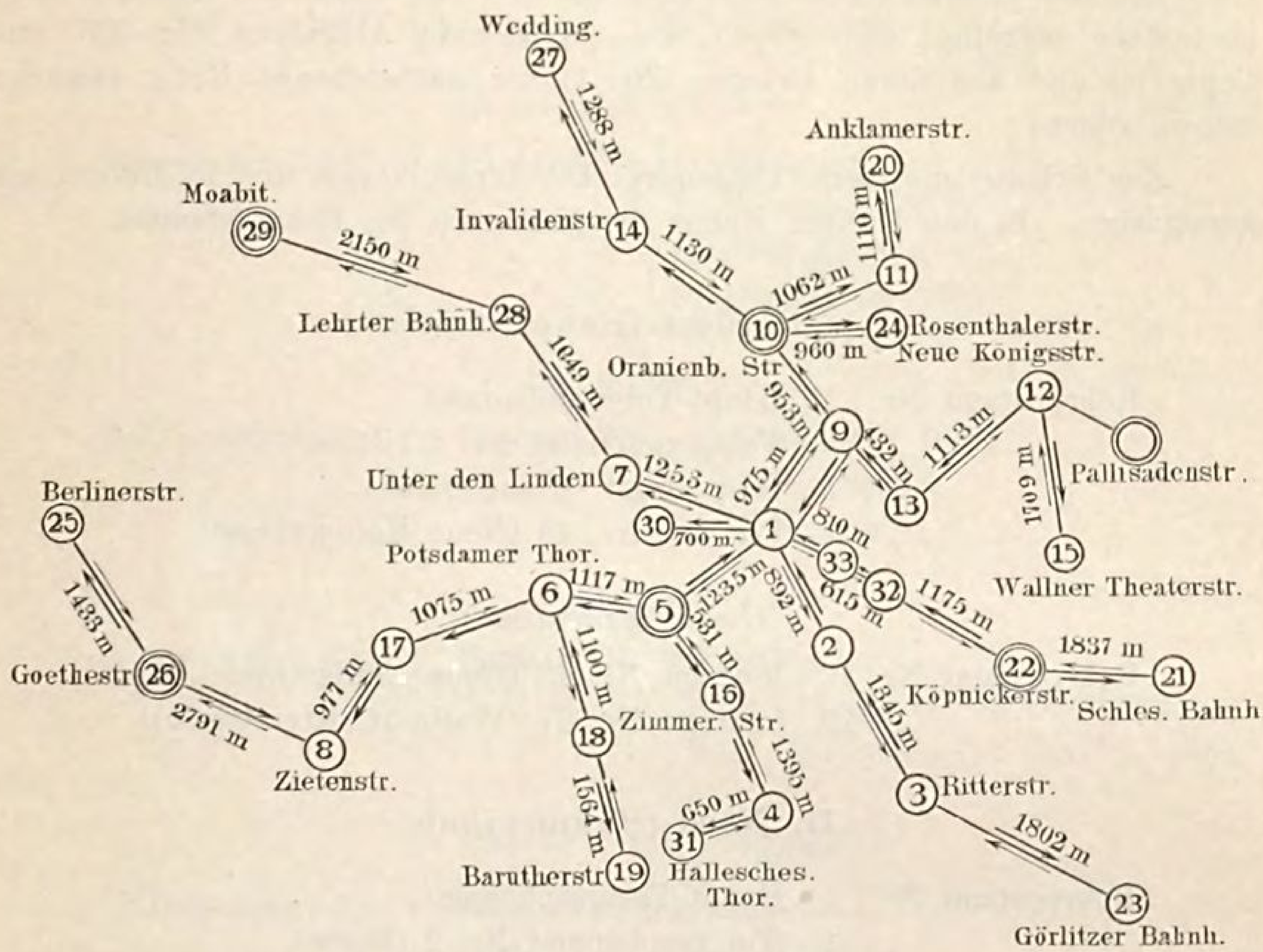
Durch einen Excenter wird ein elektrischer Strom geschlossen und unterbrochen, welcher das Läutewerk zum Anschlagen bringt.

Die Linien-Mitte-Apparate sind, wie erwähnt, ganz gleich mit den Linien-

Zum ferneren Verständniss von Fig. 535 und Fig. 536 diene noch Folgendes:

Es ist *B* (etwas links von der Flantschverbindung) der sogenannte Beförderungshahn, *O* das Ausströmungsrohr, *Z* ein Abzweigrohr, *ZM* eine Ab-

Fig. 537.



zweigkammer, *S* ein Scheibenverschluss und *gFg* eine Scheibenstange. Ferner bezeichnet *K* eine Empfangskammer, *k* eine Führungsklappe, ee_1 (Fig. 535[1]),

Anfangs-Apparaten construirt, nur fehlen die Permutationshähne *K* und die Rohre *L* und *M*.

Das Rohr *H* ist bei diesen Apparaten an dem, dem Beförderungshahne entgegengesetzten Ende mit einer Blindscheibe verschlossen.

In dem Falle, wo zwei Rohre in die Station münden, d. h. bei einem doppelten Linien-Mitte-Apparate, ist durch ein halbkreisförmig gebogenes Rohr das Rohr *H* des einen Apparates mit dem Rohre *H* des zweiten verbunden.

Durch Vermittelung der beiden Beförderungshähne *J* und dieses Bogenrohres kann daher die Abzweigung des einen Rohrstranges mit der Abzweigung des zweiten Rohrstranges in Verbindung gesetzt werden, so zwar, dass von dieser Station mit der in dem einen Rohre von der vorhergehenden Station kommenden Compression Züge nach einer weiteren Station befördert, bezw. mit dem von der einen Station gegebenen Vacuum-Zuge von einer weiteren Station angesaugt werden können.

1) Fig. 535 ist überhaupt die obere Ansicht von der Einführung zweier Rohrstränge in einen Rohrpostapparat für Zwischenämter mittels eines Hosenbeinrohres.

EE_1 gebogene aufsteigende Fahrrohre, FF_1 Fahrrohre. Endlich ist J ein Manometer und G eine Druckklappe.

Der besonderen Güte des Geheimen Ober-Finanzrathes Elsasser im Haupt-Telegraphenamte zu Berlin verdankt der Verfasser (bei Gelegenheit eines Besuches der Berliner Rohrpostämter) ein (als Manuskript gedrucktes) Exemplar der Rohrpost-Ordnung von 1885, der eine Karte des Berliner Rohrpostnetzes beigefügt ist, wovon die vorstehende Abbildung Fig. 537 eine Copie ist und aus deren Anlagen (Nr. I) wir nachstehende Notiz (auszugsweise) copiren.

Zur Erläuterung diene Folgendes: Die Linienlängen sind in Metern eingeschrieben. In den Kreisen stehen die Nummern des Rohrpostamtes.

I. Nordost- (Haupt-) Linie.

Rohrpostamt	Nr.	1	Haupt-Telegraphenamt,
„	„	9	Telegraphenamt Nr. 2 (Börse),
„	„	13	Hofpostamt (Königstrasse).
„	„	12	Postamt Nr. 43 (Neue Königstrasse).

Hierzu Seitenlinie:

Rohrpostamt	Nr.	12	Postamt Nr. 43 (Neue Königstrasse),
„	„	15	Postamt Nr. 27 (Wallnertheaterstrasse).

II. Nord- (Haupt-) Linie.

Rohrpostamt	Nr.	1	Haupt-Telegraphenamt,
„	„	9	Telegraphenamt Nr. 2 (Börse),
„	„	10	Postamt Nr. 24 (Oranienburgerstr.),
„	„	11	„ „ 54 (Lothringerstr.),
„	„	20	„ „ 28 (Anclamerstr.).

Hierzu Seitenlinie a.

Rohrpostamt	Nr.	10	Postamt Nr. 24 (Oranienburgerstr.),
„	„	24	„ „ 22 (Rosenthalerstr.).

Seitenlinie b.

Rohrpostamt	Nr.	10	Postamt Nr. 24 (Oranienburgerstr.),
„	„	14	„ „ 55 (Invalidenstr.),
„	„	27	„ „ 39 (Wedding).

III. Nordwest- (Haupt-) Linie.

Rohrpostamt	Nr.	1	Haupt-Telegraphenamt,
„	„	7	Postamt Nr. 64 (Unter den Linden),
„	„	28	„ „ 40 (Lehrter Bahnhof),
„	„	29	„ „ 21 (Moabit),
„	„	12	„ „ 43 Neue Königstr. (Pallisadenstr. 90).

IV. Südwest- (Haupt-) Linie.

Rohrpostamt	Nr.	1	Haupt-Telegraphenamt,
"	"	5	Postamt Nr. 41 (Mauerstr.),
"	"	6	" " 9 (Potsdamer Bhf.),
"	"	17	" " 10 (Königin-Augustastr.),
"	"	8	" " 30 (Zietenstr.).

Hierzu Seitenlinie a.

Rohrpostamt	Nr.	5	Postamt Nr. 41 (Mauerstr.),
"	"	16	" " 12 (Zimmerstr.),
"	"	4	" " 13 (Neuenburgerstr.),
"	"	31	" " 61 (Hallesches Thor).

Seitenlinie b.

Rohrpostamt	Nr.	6	Postamt Nr. 9 (Potsdamer Bhf.),
"	"	18	" " 46 (Möckernstr.),
"	"	19	" " 29 (Baruthstr.).

Seitenlinie c.

Rohrpostamt	Nr.	8	Postamt Nr. 30 (Zietenstr.),
"	"	26	" " 2 in Charlottenburg (Göthestr.),
"	"	25	" " 1 in Charlottenburg (Berlinerstr.).

V. Südost- (Haupt-) Linie.

Rohrpostamt	Nr.	1	Haupt-Telegraphenamt,
"	"	2	Postamt Nr. 53 (Seydelstr.),
"	"	3	" " 42 (Ritterstr.).

Hierzu Seitenlinie a.

Rohrpostamt	Nr.	3	Postamt Nr. 42 (Ritterstr.),
"	"	23	" " 36 (Görlitzer Bhf.).

Seitenlinie b.

Rohrpostamt	Nr.	1	Haupt-Telegraphenamt,
"	"	30	Postamt Nr. 49 (Kaisergallerie).

VI. Ost-Linie.

Rohrpostamt	Nr.	1	Haupt-Telegraphenamt,
"	"	33	Postamt Nr. 45 (Scharrenstr.),
"	"	32	" " 14 (Neue Rossstr.),
"	"	22	" " 16 (Köpnickerstr.),
"	"	21	" " 17 (Schlesischer Bhf.).

Nachbemerkte acht doppelt ausgerüstete Maschinenstationen (Bd. III, S. 576 etc.) liefern die für den Betrieb der Rohrpost nöthigen Druck- und Vacuumkräfte, welche zusammen auf 133 Maschinenpferde geschätzt werden.

Mit Bezug auf unseren Grundriss (Fig. 537) des Berliner Rohrpostnetzes berichten wir über die acht Maschinenstationen Folgendes (dabei bemerkend, dass die Maschinenstationen durch zwei concentrische Kreise angedeutet sind, mit Ausnahme der Stationen Nr. 3 und 18, zufolge eines Fehlers des Xylographen):

Rohrpostamt Nr. 3 Ritterstr. (P.-A. 42),
„ „ 5 Mauerstr. (P.-A. 41),
„ „ 10 Oranienburgerstr. (P.-A. 24),
„ „ 12 Pallisadenstr. (P.-A. 43),
„ „ 18 Möckernstr. (P.-A. 46),
„ „ 22 Köpnickerstr. (P.-A. 16),
„ „ 26 Göthestr. (P.-A. 2),
„ „ 29 Moabit (P.-A. 27).

Die Gesammtlänge der Rohrpostbeförderungsröhren beträgt gegenwärtig in Berlin 43697 m. In Hamburg (wo seit 1886 ebenfalls eine Rohrpostanlage hergestellt worden ist) 2070 m.

Auf jeder Linie verkehrt, in Zeitabständen von je einer Viertelstunde, ein Rohrpostzug in jeder Richtung. Die Beförderungsgeschwindigkeit beträgt pro Minute 1 Kilometer.

Am 21. December 1886 hat die (Berliner) Rohrpostanlage eine zehnjährige Betriebsthätigkeit vollendet[1]). In diesem Zeitraume hat das für den grossstädtischen Verkehr inzwischen unentbehrlich gewordene Verkehrsmittel sich in kaum vorauszusehender Weise einer immer lebhafteren Benutzung seitens des Publikums zu erfreuen gehabt[2]). In demselben Maasse ist naturgemäss auch eine fortdauernde Erweiterung des ursprünglich vorgesehenen Rohrpostnetzes nöthig geworden, so dass jetzt nicht nur ein grosser Theil der in den Vorstädten Berlins belegenen Verkehrsanstalten, sondern auch bereits seit dem Jahre 1882 die beiden Postämter in Charlottenburg in die Rohrpostanlage hinein gezogen sind.

Im Jahre 1886 bestanden 33 Rohrpostämter (seit Januar 1887, 35 Rohrpostämter) und 8 Maschinenstationen[3]).

Befördert wurden:

	1877	1886
Rohrpostbriefe	98 473	374 890
Rohrpostkarten	180 322	559 865
Stadttelegramme	23 575	29 712
Telegramme von und nach ausserhalb	979 069	2 165 289
Mithin Sendungen im Ganzen:	1 281 439	3 129 756

Ueber die ebenfalls fortschreitende Ausdehnung der pneumatischen Rohrposten in Wien, Paris, London und New-York, berichten die unten verzeichneten Quellen[4]).

1) Nach dem Archiv für Post und Telegraphie. Beiblatt zum Amtsblatt des Reichs-Postamtes Nr. 7, 1887 (April), S. 217.

2) Ungeachtet der Telephonie als Concurrentin!

3) Am 1. Decbr. 1876 waren 16 Rohrpostämter und 4 Maschinenstationen im Betriebe.

4) 1. Archiv für Post und Telegraphie. Berlin 1884, S. 527 (unter der

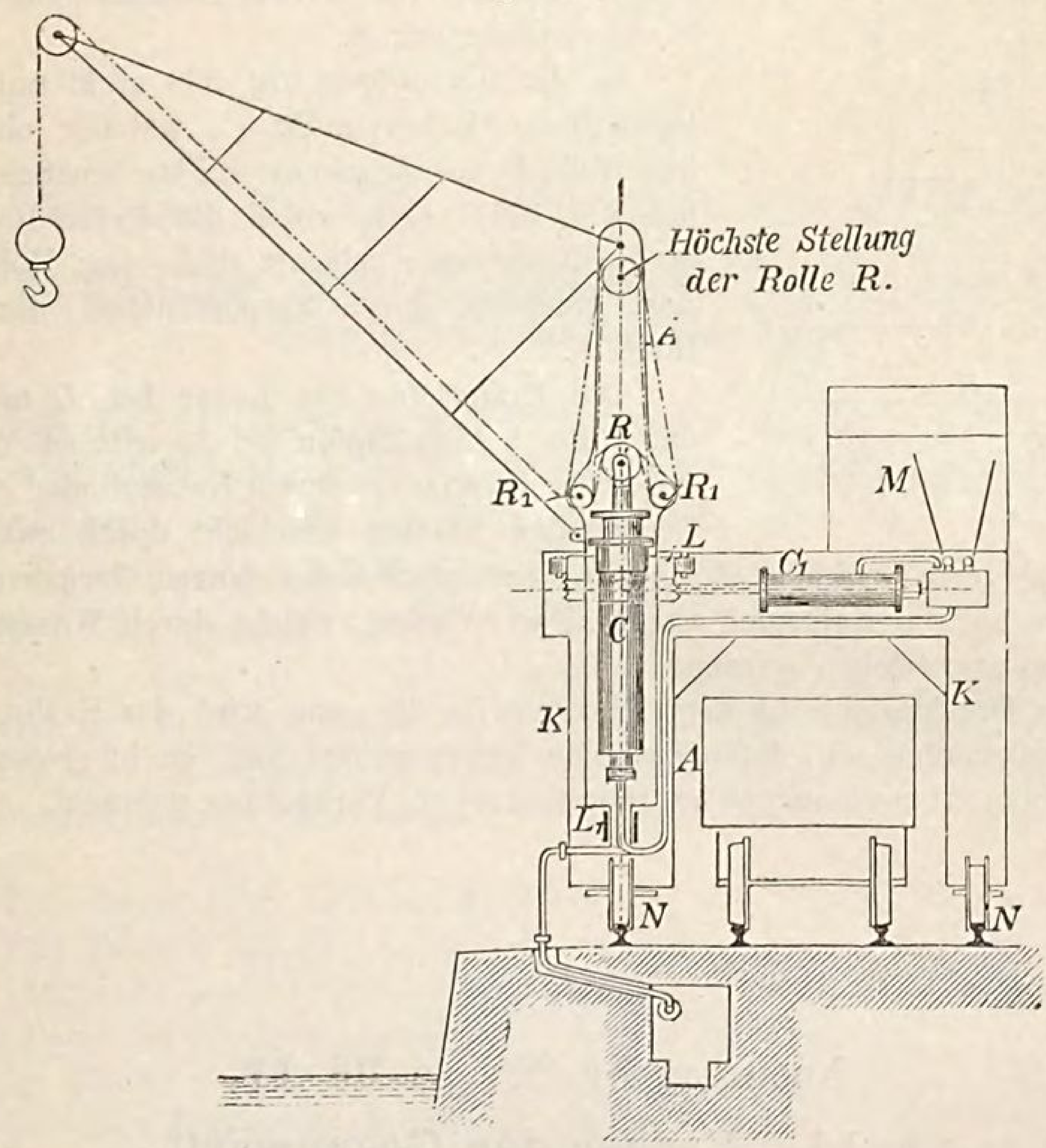
§. 44.

Nachtrag Nr. XIV zu Bd. IV (zweite Auflage), S. 203.

„Die beweglichen Wasserdruck-Krähne am neuen Schelde-Kai des Hafens zu Antwerpen.

Der Verfasser entlehnt, zur Ergänzung der von S. 302 an besprochenen Krahngattung, nachstehende Abbildungen Fig. 538

Fig. 538.



und 539 den von seinem Collegen Herrn Professor Riehn einem Vortrage (im hannoverschen Zweigvereine deutscher Ingenieure)

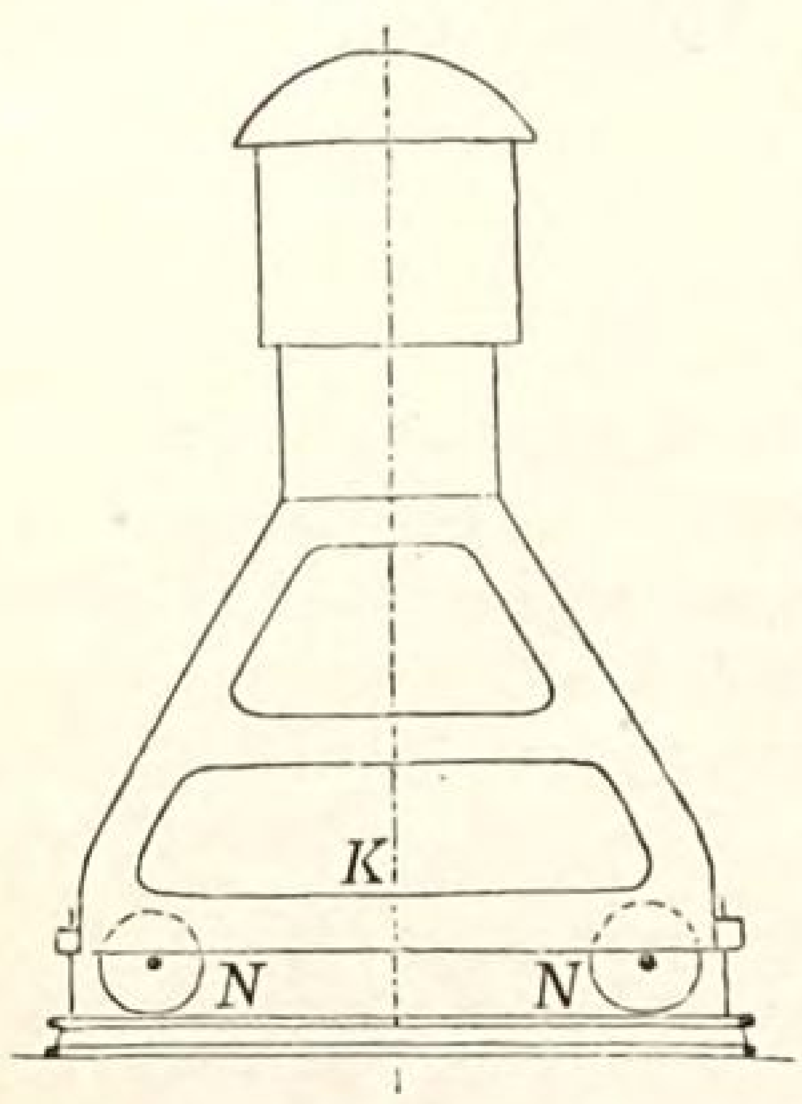
Ueberschrift: „Die pneumatische Post in Wien und die Rohrpost in Berlin).

2. Dieselbe Zeitschrift. Berlin 1885, S. 280 unter der Ueberschrift: „Rohrpost Paris—London".
3. The Mechanical World, vom 20. November 1885, pag. 367 unter der Ueberschrift: „The Pneumatic Transmission of Telegrams".
4. Scientific of Americain. 1884, 13. December, pag. 395 und ebendaselbst 1885, 14. Februar, pag. 95. Unter der Ueberschrift: „The Pneumatic system of the western union telegraph".

beigegebenen Skizzen und Beschreibungen [1]), wobei zu bemerken ist, dass dieser Krahn von Bon & Lustremant in Paris geliefert wurde.

Die Krahnsäule A befindet sich an einem aus Schmiedeeisen hergestellten mit Rädern N auf Eisenbahnschienen laufenden Gerüste K, welches grosse Aehnlichkeit mit der Anordnung Fig. 248, d. h. mit dem transportablen Gerüste hat, welches die Lübecker Maschinenfabrik bei einer gewissen Gattung von Trockenbaggern mit Erfolg in Anwendung bringt.

Fig. 539.



In der Krahnsäule Fig. 538 steht unten der hydraulische Hebecylinder C, welcher oben die lose Rolle R des umgekehrten Flaschenzuges (ähnlich Fig. 177) trägt, wobei die festen Rollen R in der Krahnsäule gelagert sind. Das Heben der Last geschieht durch Empordrücken der losen Rolle R.

Die Krahnsäule hat Lager bei L und L_1; durch den hohlen Zapfen bei L_1 tritt das Wasserdruckrohr in den vertikalen Hebecylinder C. Das Drehen des Krahnes geschieht durch zwei horizontal gelagerte Cylinder C_1 und das Fortschaffen des ganzen Gerüstes durch besondere auf die Kaimauer angebrachte Winden, welche durch Wasserdruckmaschinen angetrieben werden.

Das Druckwasserrohr liegt in einem Kanale, und wird der Krahn, wenn er benutzt werden soll, durch passende Teleskoprohre mit den in grosser Zahl vorhandenen Abzweigungen des Hauptrohres in Verbindung gebracht.

§ 45.

Nachtrag Nr. XV zu Bd. IV,

§. 14. „Bagger der Gegenwart“.

Von S. 272 bis mit S. 308.

Seit dem Abdrucke der Bogen 18—20 dieses Bandes haben der Regierungsbaumeister und Privatdocent Salomon an der Technischen Hochschule in Aachen und der Dr. Forchheimer, Docent für Bauingenieurwesen ebendaselbst, in der Zeitschrift der deutschen Ingenieure [2]) unter der Ueberschrift: „Neuere

1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1887, Nr. 12, S. 254.

2) Jahrgang 1886, S. 995 unter Nr. I: „Die Nassbagger“ und unter Nr. II: „Die Trockenbagger“ im Jahrgange 1887, S. 173, 201, 225 u. 246.

Bagger- und Erdgrabemaschinen" eine zusammenhängende und derartig vollständige Uebersicht der neuesten Nass- und Trocken-Baggermaschinen in Abbildungen, Beschreibungen und Beifügung reicher Literatur geliefert, dass es der Verfasser der Allgem. Maschinenlehre für eine besondere Pflicht erachtet, auf diese Arbeiten als Ergänzung dessen aufmerksam zu machen, was von S. 272 bis S. 280 in gegenwärtigem Buche enthalten ist.

§. 46.

Nachtrag Nr. XVI zu Bd. IV, S. 341 und S. 559, die Erfindung der Centrifugalpumpen und Centrifugalgebläse betreffend.

Die S. 527 (Note 3) gemachten Bemerkungen, die Erfindung der Centrifugalpumpe betreffend, veranlassen mich, hier noch einige Ergänzungen zu dem zu liefern, was bereits S. 341 und S. 559 über diese Pumpengattung, sowie über die Erfindung des Centrifugalgebläses gesagt wurde.

Zuerst mögen die S. 559 gemachten Erörterungen des unermüdlichen Forschers im Geschichtsgebiete der technischen Physik und Mechanik, des Herrn Dr. Gerland in Cassel, durch dessen Mittheilungen von Nachrichten und Forschungsresultaten, den fraglichen Gegenstand betreffend, vervollständigt werden.

Hier findet sich in dem bereits S. 559 genannten Buche „Leibniz' und Huyghens' Briefwechsel mit Papin", S. 37 folgender Satz:

„Die erste seiner (Papin's) Erfindungen aus dem Zeitraume von 1688 bis 1695, die er in Marburg machte und prüfte, die der Centrifugalpumpe oder des Centrifugalventilators, war der Art, dass erst die Neuzeit sie in ihrer vollen Bedeutung gewürdigt hat."

An dieser Stelle verweisst Dr. Gerland zugleich auf eine andere von ihm gelieferte den Gegenstand behandelnde Arbeit, welche sich unter der Rubrik „Historische Notizen" in der schon S. 560 genannten Zeitschrift (Wiedemann's Annalen Bd. VIII) vorfindet und woselbst in Bezug auf Papin's Centrifugalpumpe zunächst Folgendes gesagt ist: „Das Wasser tritt in der Achsenrichtung und nicht in dem unteren Theile der geschlossenen Kapsel (des Gehäuses) ein, in welchem diejenigen Maschinentheile rotiren, durch deren Wirkungsweise das Wasser empor gehoben wird."

Nach weitern interessanten Erörterungen gelangt Dr. Gerland endlich (S. 368 a. a. O.) zu folgendem Schlusse:

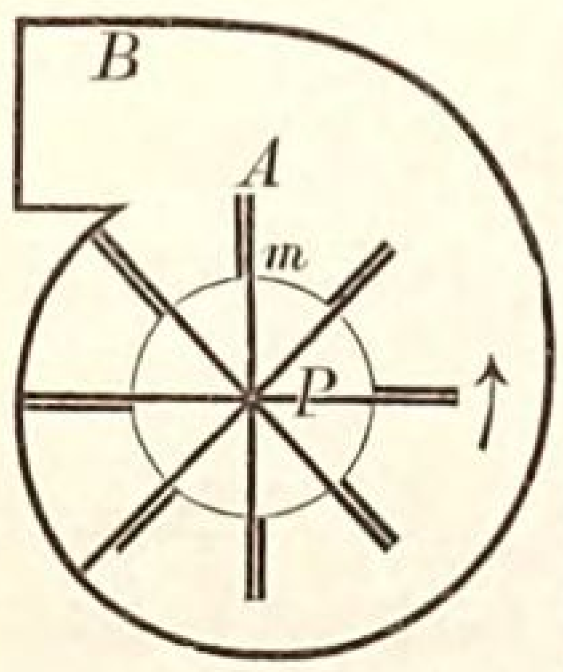
„Nach dem Mitgetheilten kann es keinem Zweifel unterliegen, dass Papin der Erfinder und (zwar) der alleinige Erfinder der Centrifugalpumpe ist, und dass alle gegentheiligen Behauptungen auf einem Missverständniss beruhen."

In Bezug auf die Ende S. 559 dieses Buches erwähnten zwei Abbildungen von Centrifugalventilatoren, die Papin in den Philosophical Transactions von 1705 beschrieben haben soll, ist die zweite der betreffenden Abbildungen (Fig. 13, S. 40 in Gerland's Werke „Leibniz' und Huyghens' Briefwechsel mit Papin") die für uns werthvollste, indem sich diese Anordnung der Maschine (excentrisches Flügelrad) fast vollständig den gegenwärtig gebräuchlichen Constructionen anschliesst.

Papin sagt über diesen Bläser Folgendes:

„This Spiral figure is a good improvement to this Engine. And indeed I have made such Bellows (Bläser), where the Radius *AP* is but $10\frac{1}{2}$ inches, the Wing *Am* is 2 inches broad and 9 inches high, because the Tympanum is also so high, or little more; the Aperture *AB* is also 9 inches, or a little more, so that it makes a square hole. When I work this Engine with my Foot, it makes such a Wind, that it may rise up two pounds weight; and without doubt a stronger Man could do much more" und kurz vorher: „that every Wing in going round drives new Air, because the Air which is first in motion finds place to recede from the Center towards the Spiral circumference, and so it gives room to new Air to come to the Wing: And when the Wings come near to the Aperture, they drive their new Air into the Aperture without any friction; and the Air which hath been first driven and removed from the Wing, cannot lose its swiftness, because the Wings which continually follow do continually driwe new Air, which keeps that which is before always in the same swiftness."

Fig. 540.



Zusatz-Paragraphen.

§. 47.

Die Pionniere der heutigen Drahtseil-Transmission (des Drahtseilbetriebs) für grosse Entfernungen, die Ingenieure Charles Ferdinand Hirn und David Heinrich Ziegler.

Die erste (beachtenswerthe) Anwendung von Drahtseilen als „Spannungs- und zwar Zug-Organe" zu technischen Zwecken dürfte die zur Construction von Hängebrücken gewesen sein, allein diese Seile bestanden aus einer Anzahl parallel neben einander liegender Eisendrähte, die man insgesammt mit dicht geschlossenen Schraubenwindungen eines anderen Eisendrahtes umkleidete, um sie zu einem seilartigen Ganzen zu vereinigen.

Gedrehte Drahtseile, aus Eisendrähten in derselben Weise zusammengesetzt wie gewöhnliche Seile aus gesponnenen Hanffäden, herzustellen, lehrte zuerst (im Jahre 1834) der hannoversche Oberbergrath Albert in Clausthal [1]) und zwar zu Zwecken der Grubenförderung. Um bei der Verfertigung der Stränge oder (sogenannten) Litzen, aus welchen man die Seile zusammensetzt, zu verhüten, dass die Drähte in zu grosse Torsionsspannung versetzt werden, trägt man besondere Sorge, dass den Drähten selbst eine Drehung in sich (um ihre eigene Achse) **gar nicht** mitgetheilt wird. Erreicht wird dies dadurch, dass man den einzelnen Drähten ausser derjenigen Drehung, welche ihnen zum Zwecke ihrer Vereinigung um die Achse der Litze gegeben wird, noch eine ebenso grosse entgegengesetzte Drehung um die eigene Achse ertheilt [2]).

Auch die Entstehung der Apparate zur Fabrication der Drahtseile mittelst Maschinen nimmt Hoppe (a. a. O., S. 49, Note) für den Harz in Anspruch, während Karmarsch die Construction und Verwendung der ersten Maschine zur Verfertigung der Drahtseile dem Wiener Mechaniker Wurm für 1837 zuschreibt (Prechtl' Technol. Encyklopädie, Bd. 14, 1846, S. 645). Karmarsch sagt hier insbesondere Folgendes:

„Ganz neuerdings hat Wurm eine Maschine erfunden, welche die Drehung der Litzen und deren Vereinigung zu einem Seile zugleich vollbringt, und dabei auch die Anbringung von Hanfseilen gestattet, so dass demnach hiermit die Seile völlig nach der neuesten und besten Art erzeugt werden."

Maschinen zur Drahtseilfabrikation, wie solche gegenwärtig

1) W. A. Julius Albert wurde geboren zu Hannover 1787 und starb zu Clausthal 1846. Ueber Albert's Verdienste um die Herstellung erprobter Drahtseile, berichtete neuerdings Professor Hoppe in seinem (1883 erschienenen Buche) „Ueber die Bergwerke etc. etc. im Ober- und Unter-Harze", S. 49 (Note) und S. 194.

2) Ausführliches über die (erste) Herstellungsweise der Drahtseile lieferte seiner Zeit Albert selbst in einem Artikel von Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenkunde", Bd. 8 (1835) S. 418.

Unter der Ueberschrift „Ueber die Anfertigung und den Gebrauch der Drahtseile auf dem Harze" (von Karl Siemens) enthalten die Mittheilungen des Gewerbe-Vereins f. d. Königreich Hannover, Jahrg. 1836, S. 43 einen Aufsatz, wobei (merkwürdiger Weise) des Oberbergraths Albert nicht mit einem Worte gedacht wird.

in Anwendung sind[1]), scheint (mit rechtem Erfolge) zuerst 1837 Newall zu Dundee in Schottland und 1840 zu Gateshead (Newcastle upon Tyne) in der Grafschaft Durham ausgeführt zu haben. In Deutschland erlangte vor Allem unter den mit Maschinen arbeitenden Drahtseilfabriken die von Felten & Guillaum in Köln zuerst grossen Ruf.

Eine ganz neue aber bedeutsame Aufgabe wurde an die Drahtseilfabrikanten gestellt, als es sich nicht mehr um die Verwendung der Drahtseile für einfache Zugkräfte, sondern um die Uebertragung drehender Bewegungen und Kräfte, also um Fortpflanzung mechanischer Arbeiten von Zugkräften und zwar zugleich auf grosse Distanzen, also um sogenannte Fernleitungen mechanischer (produktiver) Arbeiten handelte.

Derartige Fernleitungen wurden bis zum Jahre 1850 durch aneinandergereihte Triebwellen bewirkt[2]), welche man entweder in kleinen Kanälen unter dem Boden oder an Pfosten oder Wänden vorbei so hoch über dem Boden herleitete, dass der Verkehr zwischen den Endpunkten des Fernbetriebwerkes nicht gestört wurde. Zu solchen Wellenleitungen entschloss man sich aber nur ungern, wenn sie von sehr bedeutender Länge sein sollten, da sie stets ganz bedeutende Anlagekosten erforderten. Zugleich sind solche lange Leitungen mit grossen Effectverlusten für Reibung in den Lagern behaftet, Verluste, welche mit der Leitungslänge zunehmen und sogar eine Grenze erreichen können, bei der sie die ganze eingeleitete Arbeit aufzehren[3]).

Aus diesen Gründen suchte 1850 der französische Ingenieur C. F. Hirn[4]) in Logelbach bei Colmar eine solche Aufgabe (einen Fernbetrieb auf 80 m

1) In Frankreich erwarb sich besonders (und zuerst) die Fabrik von Martin Stein & Co. zu Mühlhausen im Elsass, einen vorzüglichen Ruf in der Herstellung guter Drahtseile. Man sehe hierüber die folgenden Mittheilungen des Ingenieurs Ferdinand Hirn S. 744 etc. Die Abbildung einer (neueren) Maschine zur Drahtseilfabrikation findet sich u. A. in der 3. Auflage des Tech. Wörterb. von Karmarsch und Heeren, Bd. II, S. 665.

2) Nach Moll und Reuleaux „Constructionslehre für den Maschinenbau". Braunschweig 1853, Vierzehntes Capitel, S. 623, unter der Ueberschrift: „Der Hirn'sche Drahtseilbetrieb".

3) Moll und Reuleaux berechnen die Leitungslänge $= L$, bei welcher die Aufzehrung der ganzen Arbeit eintritt (a. a. O., S. 625)

für leichte schmiedeeiserne Wellen zu $L = 1792$ m,
„ schwere „ „ „ $L = 896$ m.

Man sehe hierüber auch die nachbenannte Schrift C. F. Hirn's (Notice sur la Transmission Télodynamique), p. 29 vom Jahre 1862.

4) Charles Ferdinand Hirn wurde geboren in Logelbach bei Colmar am 19. April 1810 und starb daselbst den 29. December 1879.

Durch gütige Vermittlung des Herrn Regierungsrathes Wöhler in Strassburg ertheilten sowohl der noch lebende Bruder, der berühmte Verfasser des Werkes „Théorie Mécanique de la Chaleur" und anderer wissenschaft. tech. Arbeiten, Herr G. A. Hirn in Colmar, als auch der Rendant der Handelskammer

Länge auszuführen) dadurch zu lösen, dass er an Stelle eines Lederriemens ein Stahlband in Anwendung brachte, welches auch in gewisser Beziehung gut arbeitete, jedoch auch Manches zu wünschen übrig liess, demzufolge F. Hirn statt dieses Stahlbandes ein Eisendrahtseil in Anwendung brachte, was sich denn auch vollständig bewährte.

Ueber diese ersten Bemühungen F. Hirn's und seine weiteren Erfolge mit Drahtseil-Transmissionen, giebt der Erfinder selbst Auskunft in einer kleinen von ihm verfassten Schrift, betitelt „Notice sur la Transmission Télodynamique", welche 1862 in Colmar gedruckt und während der Londoner Welt-Ausstellung von 1862 von ihm selbst an Bekannte und Freunde der Sache als Geschenk vertheilt wurde. Aus F. Hirn's Hand empfing der Verfasser der Allgem. Maschinenlehre ein solches Exemplar, dem er Nachstehendes (mit einigen Zusätzen) entlehnt, die sich in einer 1867 in Mühlhausen (Elsass) gedruckten 2. Auflage befinden, welche (leider) ebenfalls im Buchhandel nicht erschienen und jetzt ganz vergriffen zu sein scheint.

Herr F. Hirn berichtet in seiner Schrift Folgendes:

En 1850, au Logelbach près Colmar, l'un des plus anciens établissements d'Alsace, la fabrique d'indienne de M. M. Hausmann, fondée en 1772, présentait à la vue de vastes bâtiments éloignés les uns des autres et réduits au silence et à l'inaction depuis 1841 par suite de la suppression de son ancienne industrie. — Il s'agissait de rendre la vie à cet établissement et de l'utiliser en le transformant en tissage mécanique; mais la pompe à vapeur, seul moteur disponible de l'ancienne fabrique, était très-éloignée. On eut pu distribuer sa force motrice entre les divers bâtiments en se servant de l'ancien mode de transmission, mais la dépense eût été grande, car il eût fallu recourir à des arbres de couche posés sur colonnes, ou placés sous terre, pour ne pas gêner

in Colmar, Herr Fleischhauer (unterm 22. Sept. 1883) gütige Auskunft über das Leben und Wirken des Herrn Ferdinand Hirn, der Folgendes entnommen ist:

Der (1824 in Strassburg verstorbene) Vater der beiden vorgenannten Hirn's war der frühere Associé der Firma Hausmann, Jordan, Hirn & Co. in Logelbach, welcher als Dessinateur dieser ehemals sehr bedeutenden Indienne-Fabrik und als Blumen- und Früchten-Maler sehr berühmt war und von dessen Gemälden sich noch einige in dem Museum zu Colmar vorfinden.

Sein ältester Sohn, C. F. Hirn, war ein sehr begabter Fachmann und seiner Zeit Direktor der jetzt (1883) noch bestehenden „Logelbacher Spinnereien und Webereien" und ist es derjenige, welcher (freilich mit Hülfe seines jüngeren Bruders G. A. Hirn) die Drahtseiltransmission erdachte und zuerst in Logelbach ausführte und wofür ihm u. A. auch das Ritterkreuz der französischen Ehrenlegion ertheilt wurde.

Seines Bruders, Adolph Hirn, des berühmten 1815 ebenfalls in Logelbach geborenen Gelehrten, hat der Verfasser der Allgem. Maschinenlehre in seinen „Vorträgen über Geschichte der Technischen Mechanik", S. 530 und 531 bereits rühmlichst gedacht.

Eine ausführlichere Biographie Ferdinand Hirn's soll sich im Bulletin de la Societé naturelle de Colmar, année 1880, pag. 411 befinden. Leider stand mir diese Quelle nicht zu Gebote.

le passage, et la moindre de ces transmissions eût été d'une longueur de 80 mètres. La dépense eût donc été considérable, et en outre on pouvait compter sur une grande perte de force. C'est en présence de toutes ces difficultés que je songeai pour la première fois à appliquer le principe dont je viens de faire mention.

Un ruban ou bande de fer acéré, fourni par la maison Peugeot, d'Audincourt, long de 160 mètres, fut engagé comme une courroie sans fin sur deux poulies en bois de 2 mètres de diamètre, distantes l'une de l'autre d'environ 80 mètres, et faisant environ 120 révolutions par minute. Ce ruban avait 1 millimètre d'épaisseur et 6 centimètres de largeur. Il présentait deux inconvénients; le moindre vent l'agitait et les galets-guides qui le maintenaient sur les poulies le déchiraient souvent à l'endroit où il était rivé et se trouvaient eux-mêmes usés en assez peu de temps.

Malgré ses imperfections, cette transmission ne laissa pas que de rendre des services et fonctionna pendant près de 18 mois, transmettant la force de 12 chevaux à une centaine de métiers à tisser. — C'est alors qu'un ingénieur anglais, M. A. Tregoning, frappé de la nouveauté de la chose et entrevoyant le chemin que pourrait faire mon idée, me conseilla d'avoir recours aux câbles métalliques, qui depuis fort longtemps étaient employés à d'autres usages en Angleterre, où ils servent dans les mines à soulever des fardeaux, et où on les adapte aux paratonnerres comme conducteurs, etc.

Un câble métallique livré par la maison Newal et C^ie^ remplaça bientôt le ruban d'acier. Il fut placé sur les mêmes poulies en bois, dans lesquelles on pratiqua simplement une rainure d'un centimètre de profondeur. Ce câble avait cinq millimètres de diamètre; mis en place en 1852, il fonctionne encore à l'heure qu'il est, seulement les poulies de bois ont été remplacées par d'autres en fer.

Le système se trouvait sanctionné par l'expérience, si bien qu'une seconde transmission, destinée à porter la force à une distance de 240 mètres, fut bientôt exécutée. Deux poulies de 3 mètres de diamètre, reliées par un câble de 12 millimètres et faisant 92 à 93 révolutions par minute, transmirent une force de plus de 40 chevaux à une distance qui, comme on voit, ne laissait pas que d'être considérable. Cette fois il fallut avoir recours à des poulies-supports, car le câble, en raison de sa grande longueur, aurait rasé le sol (voir la planche[1]) si on ne l'avait pas soulevé par le point medium, c'est-à-dire à 120 mètres environ des deux poulies.

Je n'hésite pas à le dire un seul instant, ces poulies-supports ont exigé plus de peine, plus d'essais, plus de réflexion que tout l'ensemble des nouvelles transmissions. On essaya tour à tour de les faire en cuivre, en bois, en fonte parfaitement polie; on les garnit de cuir, de caoutschouc, de corne, de bois de gayac et de buis. Rien ne réussit. Toutes les garnitures s'usaient rapidement, et lorsque la gorge était en métal ou en bois dûr et qu'elle ne s'usait pas sensiblement, elle usait le câble lui-même en assez peu de temps.

Je commençais à craindre de voir le système entier perdre toute sa valeur devant ce malheureux obstacle, par suite de l'impossibilité qu'il y avait de

1) Fig. 1 und 2 der diesem Bande angehangenen Tafel I.

franchir de grandes distances sans poulies-supports et par suite des ennuis et des embarras incessants auxquels donnaient lieu ces poulies.

Ce n'est finalement que lorsque l'idée me vint de fixer la gutta-percha en l'enfonçant à coups de maillet (voir la planche) dans une gorge à queue d'aronde comme l'indique le plan[1]) que j'ai exposé; ce n'est que lorsque cette idée mise en pratique, fut couronnée d'un succès inespéré, qu'on put regarder le problème comme définitivement résolu et qu'on put assigner un avenir certain au système de transmission télodynamique. Les poulies-supports ainsi garnies ont une durée en quelque sorte illimitée. Les premières qui ont été construites remontent à 1860 et fonctionnent continuellement depuis. Non seulement leur garniture ne s'est nullement usée ou dégradée, mais elle se prête de mieux en mieux au câble, auquel elle ne porte aucun préjudice.

Il était facile de le prévoir, un moyen si simple, si sûr, si peu dispendieux de transmettre de grandes forces motrices, devait donner lieu à de nombreuses applications. L'industrie d'abord, les travaux publics et l'agriculture ensuite, s'en emparèrent avec empressement.

Outre les transmissions établies au Logelbach dans les établissements de M. Hausmann, dès 1854 M. Henri Schlumberger se servit du nouveau système pour transmettre la force motrice d'une turbine à des machines agricoles placées à 80 mètres de distance et employées dans son exploitation rurale de Staffelfelden. C'est la première application qui ait été faite à l'agriculture.

En 1857. M. C. Jagd, capitaine ingénieur de la marine danoise, établit une transmission portant une force de 45 chevaux, en ligne droite, à une scierie située à 1000 et quelques mètres de distance.

En 1858, à Cornimont (Vosges), une force de 50 chevaux fut transmise à une distance de 1150 mètres.

En 1859, à Oberursel, près Francfort, une force de 100 chevaux fut portée à 984 mètres.

En 1859, à Emmendingen, une force de 60 chevaux est également transmise à plus de 1200 mètres.

En 1861, à Kaysersberg, près Colmar, une filature exigeant 60 chevaux de force, est mise en mouvement par une turbine éloignée de 342 mètres. Une des plus intéressantes applications du système de transmission à grande distance à été faite en Russie par le général Constantinoff. En vue de diminuer le plus possible la gravité des catastrophes causées par les explosions, il a distancé considérablement les diverses usines d'une manufacture de fusées de guerre établie à Nicolaïff, de telle sorte que la ruine de l'une d'elles n'entraînera jamais celle des autres. — Frappé de l'idée du général Constantinoff, le ministre de la guerre de Russie, sur la proposition d'un officier d'artillerie, M. Wiener, à chargé le savant professeur de l'institut technologique de Saint-Pétersbourg, M. Wischnegradsky, du projet et du plan d'une grande poudrerie qui va remplacer celles d'Okhta, détruite en entier en 1864 par une effroyable explosion. La nouvelle poudrerie qui va commencer à fonctionner au mois d'Août de cette année, sera mise en mouvement par trois turbines d'une force totale de 274 chevaux et se composera de 34 usines toutes éloignées les unes des autres, auxquelles la force motrice se transmettra sur une

1) Fig. 5, Tafel I.

longueur de 1400 mètres. Sans nul doute les gouvernements suivront sans tarder l'exemple donné par la Russie qui aura eu le mérite de cette heureuse initiative.

Une transmission d'une très-grande portée est celle qui doit aider à l'exploitation de la mine de Falun en Suède. — Plus de 100 chevaux de force doivent être transmis à une distance d'environ 5000 mètres, cette transmission contournera le lac Runn et portera la force motrice d'une chûte d'eau aux usines situées à l'une des extrémités du lac. Nous avons peu de détails sur l'exécution de cette transmission, qui doit fonctionner à l'heure qu'il est.

Enfin, nous citerons encore, comme application faite à l'agriculture, la remarquable transmission installée par M. le comte d'Eprémesnil, à Fontaine-la-Soret (Eure), qui transmit une force hydraulique à 1000 mètres à une scierie, et puis à 500 mètres plus loin encore à des machines agricoles.

Près de 400 applications du système télodynamique ont été faites par la maison Stein et Cie de Mulhouse, qui a établi la plupart de celles que nous venons de citer.

Presque toutes les transmissions télodynamiques qui se construisent à présent se font, pour ce qui concerne les poulies, d'après les tracés que donne le plan que j'ai exposé (voir la planche I, Fig. 3 et 4). Les poulies de commande comme celles de réception et comme celles de support sont en fonte et sont garnies de gutta-percha, comme l'indique le plan; leur diamètre et leur solidité varient naturellement suivant la force motrice qu'elles ont à transmettre. Les câbles sont en fer comme ceux que M. M. Newal et Cie et d'autres maisons construisent en Angleterre, et comme ceux que fabriquent depuis quelques années à Mulhouse, M. M. Stein et Cie [1]). Le diamètre de ces câbles varie également selon la force qu'on veut transmettre. La vitesse circonférencielle des poulies est de 20 à 30 mètres. On a déjà porté cette vitesse à 40 mètres, mais c'est s'exposer au danger de faire éclater par la force centrifuge ces poulies qui sont généralement en fonte. En les construisant en fer acéré, on pourrait se permettre une vitesse bien plus grande; on réduirait par là le poids des poulies et le diamètre des câbles; des forces motrices considérables seraient transmises à d'énormes distances par un agent plus léger; la curiosité publique en serait à coup sûr plus vivement excitée; mais la pratique et l'économie y trouveraient-elles leur compte, c'est là une question qu'on peut poser, mais il reste à l'expérience à la résoudre. Ce qu'il y a de certain et ce que l'expérience a prouvé, c'est que les pertes de travail dues aux transmissions télodynamiques sont presque insignifiantes lorsqu'on les compare à celles des autres transmissions. —

En effet, ces pertes de travail se réduisent:

1° à la résistance qu'oppose l'air aux bras des poulies;

2° à la raideur du câble métallique qui passe sur les poulies;

3° au frottement des axes ou tourillons des poulies dans leurs coussinets.

Suivant les expériences faites, on peut évaluer à $2\frac{1}{2}$ % les pertes de travail d'une transmission fontionnant à des distances qui permettent de se

1) Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse. Tome 28 (1857), pag. 334 et Tome 29 (1858), pag. 163.

passer de poulies-supports. C'est ainsi que deux poulies, par exemple, d'un diamètre de 4 mètres, faisant environ 144 révolutions à la minute, munies d'un câble de 12 millimètres, peuvent, moyennant leur vitesse circonférencielle de 30 mètres par seconde, transmettre une force de 120 chevaux à des distances de 40 mètres jusqu'à 150 mètres, sans donner lieu à une perte de travail qui dépasserait 3 chevaux.

Cette somme de perte peut être regardée comme constante, tant qu'on n'est pas dans le cas de recourir aux poulies-supports; mais une fois que la distance à franchir est assez considérable pour exiger l'emploi de ces poulies, alors chacune d'elles vient ajouter son contingent de perte au chiffre fixe que nous venons d'indiquer. Les poulies-supports en fonte d'un diamètre de deux mètres, bien appropriées à une transmission de 120 chevaux, comme celle dont nous parlons, sont du poids de 150 Kilog., auquel il faut ajouter le poids du câble supporté qui est de 75 Kilog. pour 150 mètres de longueur (cette longueur est égale à la distance laissée entre les colonnes-supports). C'est donc un poids total de 225 Kilog. par poulie qui pèse sur un axe ou tourillon de 0^m 045 de diamètre. — Or, à la vitesse de 288 tours par minute, il résulte, pour chaque poulie un travail de résistance de 6 km. environ. Comme il se trouve 7 paires de poulies-supports par kilomètre, il y a une perte de travail de 7 (2.6) = 84 km. par 1000 mètres, provenant de l'emploi de ces poulies. En supposant donc qu'on veuille transmettre une force de 120 chevaux à 10000 mètres de distance, on aura à supporter d'abord le chiffre fixe de perte de $2^1/_2$ %, c'est-à-dire 3 chevaux ou 225 km. pour les frottements des deux grandes poulies de commande et de réception, ensuite la perte de travail de 84 km. par kilomètre sur 10 kilomètres, provenant des poulies intermédiaires de support, ce qui forme un total de $14^1/_2$ chevaux.

En laissant la plus large part possible à la résistance de l'air et à la raideur du câble, il restera toujours une force motrice disponible de 90 chevaux que nous aurons envoyée à une distance presqu'égale à celle qui sépare Paris de St.-Cloud, et plus grande que celle qu'il y a entre Londres et Richmond.

Mit Hinweisung auf die unten stehende Note [1]) schliessen wir hiermit die Mittheilungen aus der einzigen uns bekannt gewordenen Schrift Ferdinand Hirn's [2]), da das Folgende derselben „ohne allgemeines geschichtliches Interesse" ist und wenden dafür unsere Aufmerksamkeit dem zweiten und

1) Im 23. Bande von Armengaud's Publication Industrielle (1877), p. 191 findet sich unter der Ueberschrift „Transmission par cables métalliques", die Beschreibung einer betreffenden Anlage für den Betrieb der Schiesspulverfabrik Bouchet, wobei erwähnt wird, dass der Constructeur Martin Stein in Mühlhausen (bis 1877), circa 56000 m Drahtseil zu Transmissionszwecken lieferte, die sich auf etwa 274 Etablissements vertheilen, wovon 69 auf das Ausland kommen.

2) Die im Bulletin de la soc. d'encouragem. von 1858, pag. 37 befindliche Abhandlung „Note sur les transmissions de force moyen de câbles metalliques" rührt von Adolph Hirn her.

erfreulicher Weise noch lebenden Pionnier der heutigen Drahtseil-Transmission, dem Oberingenieur der mechanischen Werkstätte von Johann Jacob Rieter & Comp. in Winterthur, D. H. Ziegler zu [1]).

1) David Heinrich Ziegler wurde am 21. Mai 1821 auf dem „Mühlhofe“ bei Wülfingen, $^3/_4$ Stunden von Winterthur entfernt (Kanton Zürich), geboren. Sein Vater David Ziegler war von Beruf Mechaniker und betrieb als solcher die Fabrikation von sogenannten Kratzenbeschlägen (Kardengarnituren) für Baumwollspinnereien.

Nach dem Besuche der niederen Stadtschule in Winterthur, trat unser Ziegler erst in die niedere, nachher in die obere Klasse der Industrieschule daselbst, freilich, wie er selbst versichert, ohne darin besonders zu excelliren.

Mit Vorliebe betrieb er dagegen, neben dem Schulunterrichte, Mechanik, Physik mit den damit verbundenen Versuchen, nebenbei auch spärlich die Anfangsgründe der Chemie und ganz besonders auch das Zeichnen.

Bereits vor seinem Ostern 1837 erfolgten Verlassen der Schule, hatte sich seine älteste Schwester mit dem Obristen H. Rieter (von der Firma Joh. und Jacob Rieter & Co. in Winterthur) verheirathet, was Veranlassung wurde, dass sich unser David Heinrich, seinem längst gehegten Wunsche gemäss, dem Fache der Industrie-Mechanik, dem Fabrik-Maschinenbaue, widmen und (noch 1837) in das blühende Fabrikgeschäft der bereits 1762 von J. Jacob Rieter gegründeten Firma in Toess (bei Winterthur) als Lehrling treten konnte.

Während dieser Lehrzeit beschäftigte sich das genannte Etablissement ausschliesslich mit der Herstellung von Maschinen zur Baumwollenspinnerei, bis im Jahre 1840 die Absicht entstand, auch auf den Bau von Flachsspinnmaschinen überzugehen. In Folge getroffener Vereinbarung mit dem Hause N. Schlumberger & Co. in Guebwiller (Elsass) mussten nun zu diesem Zwecke die sämmtlichen Maschinen zum Flachsspinnen aufgenommen werden und unser Ziegler gehörte zu den jungen Männern, die mit dieser Arbeit betraut wurden. Nach circa einem halben Jahre waren alle Hauptzeichnungen und Details der Aufnahme vollendet und Ziegler damit belohnt, dass er bei J. J. Rieter zum Maschinenmonteur aufrückte. Nachdem er weiter die Stelle eines Constructeurs erlangt hatte, begab er sich im November 1841 nach Wien, wo er zunächst in der Maschinenfabrik „Wien-Gloggnitzer-Eisenbahn-Gesellschaft“ in gleicher Eigenschaft Beschäftigung fand. Unter Leitung des (damaligen) tüchtigen Directors dieses Etablissements, eines Engländers Haswell, fand unser Ziegler ein grosses weites Feld der Ausbildung im Baue von Eisenbahnfuhrwerken (Lokomotiven und Wagen) aller Art, nicht minder in der Construction und Ausführung stationärer Dampfmaschinen, Wassermotoren, Werkzeugsmaschinen, Transmissionen etc. etc., sowohl für Behörden als Private. Dabei bemühte sich Ziegler eifrig, seine theoretische Bildung durch entsprechendes Selbststudium und fortgesetzten Privatunterricht zu erweitern.

Im Herbst 1843 wurde ihm die Gelegenheit geboten, in die berühmten Werkstätten und Constructionsbureaux von Georg Bodmer zu Manchester (England) eintreten zu können, was er auch sofort ausführte.

Die bei Bodmer verbrachte Zeit bezeichnet Ziegler als die interessanteste

Wie Ferdinand Hirn die Erfindung der Drahtseiltransmission zuerkannt werden muss, so gebührt D. H. Ziegler der Ruhm rationeller constructiver Durchführung derselben im grossartigsten Maassstabe.

Zu bedauern ist nur, dass Ziegler früher niemals Zeit und Musse fand und zuletzt durch Gesundheitsrücksichten verhindert wurde, seine Constructionsregeln und Berechnungsweisen der betheiligten technischen Welt in der Art vollständig zu hinterlassen, dass er sich dadurch auch ein geistiges Denkmal gesetzt hätte, so anerkennungswerth immerhin einige seiner Schriftstücke genannt werden müssen[1]).

und lehrreichste Ausbildungsperiode seines Lebens, die ihm mannigfachste Gelegenheit bot, Erfahrungen und Kenntnisse der verschiedensten Art im Gebiete des rationellen Maschinenbaues zu sammeln.

Im Jahre 1846 kehrte Ziegler in sein Vaterland zurück, wo er sich wieder in den industriellen Etablissements von J. J. Rieter & Co. in der verschiedensten Weise nnd selbst als Direktor nützlich machte. Der äusserst schlechte Geschäftsgang im Frühjahre 1849 veranlasste Ziegler die ihm angebotene Leitung der Werkstätten der fürstlich von Auersberg'schen Eisenfabrik zu Hof in Unterkrain (Illirien) im Mai 1849 zu übernehmen. Hier erwarb er sich zwar die vollkommenste Anerkennung von fürstlicher Seite, indess war es ihm unmöglich in jener Einöde zu verbleiben, so dass er 1851 die Gelegenheit wahrnahm und als leitender Ingenieur in die fürstlich Salm'sche Eisengiesserei und Maschinenwerkstätte zu Wien trat. Die Gewissenhaftigkeit Ziegler's machte es ihm trotz aller Anstrengung leider unmöglich, hier recht reformatorisch durchgreifen zu können, weshalb er, ungeachtet einer in Aussicht gestellten hohen Pension, im April 1853 seinen Abschied nahm und bereits am 1. Juni 1853 wieder in das Geschäft von J. J. Rieter & Co. trat, nachdem sich zugleich in der Schweiz die industriellen Verhältnisse wieder günstig gestaltet hatten.

Im Rieter'schen Etablissement hatte Ziegler gleich am Anfange bedeutende Vergrösserungen der Werkstätten in die Hand zu nehmen, wobei seine Bemühungen mit grossem Erfolge gekrönt wurden. Ueber diese Werkstätten und deren Constructionsbranchen berichtet das Seite 748 (Note 2) mit verzeichnete Schriftstück, welches im Nachstehenden auch benutzt werden wird, um von grossen Drahtseilausführungen Ziegler's sichere Nachricht geben zu können. Die hier sich kund gebende rationelle und vollkommene Constructionsart hatte Ziegler bald als erste Autorität dieser Branche erkennen lassen, so dass sich der Ruf seiner Arbeiten gar bald weit über die Grenzen der Schweiz hinaus verbreitete.

Leider wurde unser Ziegler im Jahre 1877 von schwerer Krankheit heimgesucht, die ihn schliesslich 1881 auch zwang nominell aus dem Rieter'schen Geschäft zu treten, ohne jedoch aufzuhören, sich für dasselbe zu interessiren.

1) Die erwähnten, freilich nur im Kreise seiner persönlichen und Geschäftsfreunde (nicht im Buchhandel) bekannt gewordenen schriftstellerischen Arbeiten sind folgende drei:

1. Erfahrungsresultate über Betrieb und Instandhaltung der Drahtseilbetriebe. Winterthur 1871.

Leider muss es der Verfasser der Allgem. Maschinenlehre beklagen, durch Zweck und Umfang seines Buches beschränkt zu sein, hier aus den schätzbaren Erfahrungsresultaten unseres Ziegler im Nachstehenden nur einige auszugsweise Mittheilungen machen zu können.

Ziegler beginnt damit darauf aufmerksam zu machen, dass das Hauptaugenmerk bei Drahtseil-Transmissionen stets auf die gute Instandhaltung der Drahtseile und Seilscheiben-Fütterungen zu richten ist.

Sodann erörtert er den Uebelstand, dass sich noch so straff auf die Scheiben gezogene Seile gewöhnlich nach kurzer Betriebszeit sehr bedeutend streckten, demzufolge (besonders bei Regenwetter) auf den Scheiben gleiten oder die Seilsenkungen so bedeutend wurden, dass ein Streifen des Seiles auf dem Boden eintrat. Ziegler warnt hierbei vor der Verkürzung des Seiles (ohne Weiteres) und Wieder-Zusammenflechten desselben und empfiehlt sein desfallsiges Verfahren, nämlich „das centrale Zusammenpressen der Drähte unter gleichzeitiger Anspannung des Seiles im laufenden Zustande", wozu er eine eigene Maschine construirt hat. Drahtseile mit Drahtseelen, wie sie vom Seilfabrikanten kommen und (jetzt) nur selten noch Verwendung finden, werden durch diese Maschine um 0,22 bis 1,20 % gestreckt; Drahtseile mit Hanfseelen dagegen, wie solche jetzt fast überall zur Anwendung kommen, werden durch dies Verfahren um 0,71 bis 2,6 % ihrer ursprünglichen Länge gestreckt und zwar ohne dass die Seile im mindesten darunter leiden.

Wenn auch dies Mittel nicht genügt, um dem Seile im Betriebe eine constante Spannung und Senkung zu sichern, räth Ziegler eine eigenthümliche Auffütterung der Seilscheiben vorzunehmen, beziehungsweise deren Durchmesser zu vergrössern. Diese aus Pappel- oder Weidenholz zu bildende Auffütterung wird in geeigneter (sicherer) Weise auf die ursprünglich vorhandene Ledergarnitur (stehende Lederfütterung) aufgesetzt etc. etc.[1]).

Zum Aufziehen eines neuen Seiles auf die Seilscheiben und Anzeichnen seiner richtigen Länge für das nachherige Zusammenflechten bediente sich Ziegler der von ihm speciell zu diesem Zwecke construirten „Drahtseil-Flaschenzüge", womit man dem Seile von vornherein die möglichst grosse und noch zulässige Spannung geben kann.

2. Die industriellen Etablissements der Firma Johann Jacob Rieter & Co. in Winterthur. 1873.
3. Grosse Turbinen- und Drahtseiltransmissions-Anlagen, entworfen und ausgeführt von Joh. Jacob Rieter & Co. in Winterthur. 1876. Gross-Folio. Beschreibungen nebst 30 schönen photographirten Abbildungen, jede Tafel 310 mm lang und 205 mm hoch. Dieses werthvolle Prachtwerk umfasst die von Ziegler entworfenen und ausgeführten Drahtseiltransmissionen von Oberursel bei Frankfurt a. M., Schaffhausen, Freiburg (Schweiz) und Bellegarde (franz. Departement Ain).

1) Unsere Quelle enthält hierzu weitere Erfahrungsregeln zur rechten Ausführung unter Beifügung mehrerer Abbildungen in Holzschnitt. Man sehe hierzu auch Reuleaux' Constr., vierte Auflage, §. 298.

Recht wichtig sind noch folgende Bemerkungen (a. a. O., S. 8):

Wenn der Seilbetrieb gut im Stande gehalten ist, so sollen die Drahtseile ganz ruhig laufen und kein Hin- und Herschlagen an denselben bemerkbar sein. Tritt das letztere jedoch ein, so können ausser dem geringen Einfluss des Windes und einer über 22 m steigenden Seilgeschwindigkeit, besonders bei starken Seilen, noch verschiedene andere Ursachen den unruhigen Gang der Seile bewirken und zwar:

1) Wenn die Seilscheiben ungleich schwer, d. h. nicht equilibrirt sind oder auch unrund laufen[1]).
2) Wenn die geometrische Achsenlage der Seilscheiben nicht richtig ist.
3) Wenn sich die Seilscheibenfütterung in schlechtem Zustande befindet.
4) Wenn das Drahtseil defecte Stellen aufweist oder
5) wenn das Drahtseil beim Zusammenflechten noch falsche Windungen oder Schlingen enthielt und
6) das Drahtseil nicht selbstständig freie Selbstleitung besitzt, d. h. zwischen je zwei Seilscheiben an irgend einen Körper streift oder durch einen solchen geleitet werden will.

Ziegler hat ferner das Verdienst, in einer Reihe vorzüglicher Ausführungen zweikimmige oder zweispurige Zwischenrollen eingeführt zu haben, welche letztere zwei einzelne Treibrollen vertreten und wodurch der Seilbetrieb in mehrere aufeinander folgende Strecken zerlegt wird[2]). Von diesen zweispurigen (gleichsam zwei auf derselben Welle neben einander gelagerten) Seilrollen nimmt die eine das treibende Seil auf, d. h. empfängt die zu übertragende Arbeit, während die zweite Seilrolle diese Arbeit an ein zweites Seil wieder abgiebt. Hierdurch werden nicht nur sogenannte Tragrollen (die nur zu tragen, nicht abzulenken haben) überflüssig oder der Zahl nach vermindert, welche sonst zur Unterstützung langer Seile erforderlich sind[3]), sondern man erhält dadurch auch den Vortheil, an jeder Zwischenstation Arbeit zum Betriebe in der Nähe befindlicher anderer Etablissements (Maschinen, Werke etc.) in geeigneter Weise abzugeben, meist unter Zwischenbringung geeigneter sogenannter Vorgelege mit Kegelräderpaaren, wie unter Anderem die Figuren 5 und 6 der sich im Anhange vorfindenden lithographirten Tafel II erkennen lassen[4]).

Höchst beachtenswerthe interessante Constructionselemente bilden die von Ziegler angeordneten Winkel- oder Wechselstationen (meist unter Mitbenutzung von Kegelradvorgelegen), die überall da nothwendig werden, wenn man die Seilzüge nicht in gerader Linie führen kann, sondern Richtungswechsel stattfinden müssen.

1) Die Drehachse der Scheibe muss eine völlig freie, d. h. eine solche sein, dass sich die Fliehkräfte aller vorhandenen Massen das Gleichgewicht halten.

2) Reuleaux, „Der Constructeur". Vierte Auflage, S. 809 (mit Abbildungen).

3) Ebendaselbst, S. 808.

4) Fig. 5 und 6, Tafel II sind der grossen Photographie-Tafel 30 des obengenannten Rieter'schen Werkes entlehnt und gehören zu der grossen Drahtseil-Transmission zu Bellegarde, worauf wir später zurückkommen.

Abbildungen hiervon enthalten die unten angegebenen Quellen [1]), aus denen übrigens noch ein anderes wichtiges Element der Drahtseil-Transmissionen, nämlich die gemauerten oder eisernen **Stationspfeiler** (in geeigneten Abbildungen), zu studiren sind.

Vorstehendes muss genügen, uns mit Details von Ziegler'schen Constructionsgegenständen über Drahtseil-Transmissionen bekannt zu machen, um noch Raum zu Mittheilungen über besonders beachtenswerthe ausgeführte Anlagen zu behalten und zugleich Gelegenheit zu haben, die betreffenden Abbildungen auf Tafel II zu erörtern, welche hier am Ende des Buches zu finden ist. Den Stoff hierzu entlehnen wir sowohl der bereits Seite 748 notirten Ziegler'schen Schrift: „Ueber Rieter's industrielle Etablissements“, als dem besonderen Texte, welcher dem ebenfalls obengenannten Pracht-Werke: „Photographische Abbildungen grosser ausgeführter Drahtseil-Transmissionen“ beigefügt ist.

Letztere Quelle beginnt mit Abbildung und Erörterung des ersten Seilbetriebes, wobei eine grössere Kraft mit bestem Erfolge auf eine grosse Entfernung geleitet wurde und zwar für eine Actiengesellschaft zum Betriebe einer Spinnerei und Weberei an der hohen Mark Oberursel bei Frankfurt a. M., wozu Joh. Jacob Rieter schon 1857 die Spinnereimaschinen und die Betriebsturbinen geliefert hatten. Als dann 1860—1861 eine bedeutende Vermehrung der vorhandenen Spindelzahl erforderlich wurde, musste eine grössere Betriebsarbeit geschaffen werden, was jedoch nur dadurch zu erreichen war, dass man $^1/_4$ Stunde oberhalb der Spinnerei an Aufschlagwasser und Gefälle so viel zu gewinnen suchte, dass eine Maximalarbeit von 104 Maschinenpferden erhalten wurde, welche von einer Turbine (Tangentialrad) aufgenommen und mittelst einer 966 m langen Drahtseil-Transmission in die Spinnerei geleitet wurde. Zu diesem Behufe errichtete man 7 equidistante Zwischenstationen (8 Unterabtheilungen) in je 120,75 m Entfernung von einander, von denen jede eine doppelspurige Seilscheibe von 3,75 m Durchmesser trägt und wobei auch die Endseilscheiben dieselben Durchmesser haben. Dabei machen die Seilscheiben pro Minute 114,50 Umläufe bei einer Seilgeschwindigkeit von 22,37 m pro Secunde. Der Durchmesser der 48drähtigen Drahtseile ist 16 mm.

Hier wurden zuerst die (bereits vorher erwähnten) doppelspurigen Drahtseilrollen in Anwendung gebracht, so dass nur je ein continuirliches Seil von einer Station zur andern geht. Zugleich war diese Transmission die erste, an der die Seilscheiben mit stehender Lederfütterung ausgestattet wurden [2]).

1) Reuleaux, a. a. O., S. 816 bis mit S. 820.
Gstöttner, „Ueber Drahtseil-Transmissionen“. Jahrgang 1875 der der österr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, S. 78 und 79, mit Abbildungen auf Tafel 3.
Meissner-Hartmann, „Die Kraftübertragungen auf weite Entfernungen“. S. 566 mit Abbildungen auf Tafel 20.

2) Die Besprechung und Erörterung des Drahtseilbetriebes von Oberursel durch Herrn Ziegler selbst in seiner bereits markirten Schrift: „Erfahrungs-

Die zweite grossartigere Anlage einer Drahtseil-Transmission mit 3 Turbinen als Motore wurde 1864 in Angriff genommen und zwar von der „Wassergewerkschaft in Schaffhausen."

Diese zur Hebung der gewerblichen und industriellen Verhältnisse Schaffhausens im Jahre 1862 in's Leben getretene Gesellschaft stellte sich die Benutzung der Wasserkraft des Rheines zur Aufgabe, zu welchem Zwecke ein Wehr *a*, Fig. 1 (der hier am Ende angehangenen lithographirten) Tafel II quer über den ca. 150 m breiten Rhein hinüber erbaut werden musste, dessen Herstellung wegen des sehr zerklüfteten Felsbettes des Flusses eine äusserst schwierige Aufgabe bildete, die besonders durch die andauernde und eiserne Energie eines Schaffhausener Uhrmachers (Chronometerbauers) Heinrich

resultate" (S. 16 daselbst) giebt dem erfahrenen Manne noch Gelegenheit, über die wichtige Frage des Arbeitsverlustes (Kraftverlustes) bei Uebertragung mittelst Seilen Folgendes zu bemerken:

„Der Effectverlust einer gegebenen und in gutem Zustande gehaltenen Drahtseil-Transmission bleibt bei normaler Geschwindigkeit constant, ob nun viel oder wenig Kraft übertragen wird. Der hierbei resultirende Verlust hängt lediglich von der Geschwindigkeit und dem Gewicht der in Bewegung gesetzten Theile, als: Seilscheiben mit ihren Achsen und Seilen, ab, wobei die Reibung der Zapfen in ihren Lagern, die Spannung und die Biegung der Seile um ihre Rollen constante Widerstände bilden, ob nun mehr oder weniger Kraft durch das Seil übertragen wird. Hieraus erhellt nun natürlicher Weise auch, dass ein Seilbetrieb auf eine grössere Distanz mit mehreren Zwischenstationen grösseren Effectverlust erleidet als ein solcher von gleicher Uebertragungskraft ohne Zwischenstationen, indem beim ersteren eine weit grössere Anzahl bewegender Theile und Reibungswiderstände als bei letzteren vorkommen.

Zur besseren Verdeutlichung des im Vorstehenden Gesagten möge beispielsweise noch angeführt werden, dass wir beim grossen Seilbetrieb in Oberursel im Frühjahre 1865 betreffende ausgedehnte Versuche angestellt haben, die nachbemerkte Resultate lieferten:

Bei dem 966 m langen, zusammengesetzten Seilbetrieb mit 8 Stationen (resp. also eigentlich 8 einzelnen fortlaufenden Seiltrieben) bei einer Uebertragung von 104 Maschinenpferden resultirte durchschnittlich pr. Station ein Effectverlust von 1,70 Maschinenpferden, was also zusammengenommen für den ganzen Seiltrieb einen Totalverlust von 13,60 Maschinenpferden ergiebt. Wollte man nun hier den Effectverlust in Procenten der übergetragenen Arbeit ausdrücken, so hätten wir im ersteren Falle, wo die Arbeit bis zur ersten Station, also auf eine Distanz von 120,75 m übertragen wird, nur einen Effectverlust von 1,70 Maschinenpferden, resp. von 1,63 Procent, was im letzteren Falle aber mit der gleichen Arbeitsübertragung auf 966 m Distanz, einen Verlust von 13,60 Maschinenpferden oder 13,04 Procent ergiebt. Würde durch den Seilbetrieb (wie dies bei niedrigem Wasserstande vorkommen kann) nur eine Effectivarbeit von ca. 40 statt 104 Maschinenpferden übertragen, so bliebe sich dessen ungeachtet der Effectverlust an den einzelnen Stationen gleich und wir hätten alsdann in Bezug auf Obiges bis zur ersten Station einen Verlust von 1,70 Maschinenpferden oder von 4,25 Procent, für den ganzen Seilbetrieb hingegen 13,60 Maschinenpferde oder sogar 34 Procent Verlust aufzuweisen."

Moser nach zweijähriger harter Arbeit gelöst wurde [1]). Da jedoch der Rhein selbst bei mässiger Entfernung unterhalb des Wehres noch ein beträchtliches Gefälle besass, wurde die Ausbeutung desselben in der Weise ermöglicht, dass man das Turbinenhaus *b*, Fig. 1, Tafel II, oberhalb des Wehres *a* anlegte und für das Abflusswasser einen unterirdischen überdeckten Canal *ee* von 192 m Länge erbaute, den man im Felsenbette des Rheines aussprengte. Auf diese Weise erzielte man ein Gefälle von 4,8 m bei niederem und von 4,2 m bei hohem Wasserstande.

Die drei in *b* nebeneinander aufgestellten Turbinen besitzen ein Arbeitsvermögen von beziehungsweise 200, 260 und 300 (in Summa 760) effectiven Maschinenpferden, welche zusammen pro Secunde eine Wassermenge von (rund) 19½ cbm bei hohem und von 14 cbm bei niedrigem Wasserstande verbrauchen.

Von der Gesammtarbeit (= 760 Maschinenpferden) der Turbinen werden zuerst direct vom linken Ufer aus 200 Pferde mittelst einer 170 m langen Stahlwellenleitung (in unserer Abbildung weggelassen) den Berg hinauf an eine 52 m höher liegende „Mechanische Bindfadenfabrik" abgegeben. Von den verbleibenden 560 Maschinenpferden wurden zuerst dem rechten Rheinufer ca. 30 Pferde durch ein eigenes Seil zum Betriebe einer kleinen Holzschleiferei abgegeben, die übrigen 530 Pferde aber auf die beiden Hauptseile übergetragen, die auf unserer lithographirten Tafel II (das Wehr gleichsam durchschneidend) zwischen den Buchstaben *b* und P_1 durch gerade Linien angedeutet sind. Vermittelst dieser beiden Drahtseile werden (nach Abzug der Reibungsverluste in der Turbinenhaus-Transmission) effectiv 500 Pferde (250 mittelst jedes der Drahtseile) quer über den Rhein hinüber auf 117,6 m Entfernung an den Wechselstationspfeiler P_1 am rechten Ufer abgegeben. Vermittelst eines Paares conischer Räder und einer zweiten Welle mit zwei Seilscheiben wird nun die Richtung des Seilbetriebes dem Ufer entlang (stromaufwärts) so geändert, wie dies unsere Grundrissfigur (Fig. 1) Tafel II hinlänglich erkennen lässt. Die hier aufeinander folgenden Zwischenstationen sind durch ihre mit den Buchstaben P_2, P_3, P_4 und P_5 bezeichneten Stationspfeiler in der genannten Abbildung hinlänglich markirt, so dass nur zu erwähnen verbleibt, in welchen Entfernungen von einander die Pfeiler der Zwischenstation erbaut sind. Die erste Zwischenstation P_2 ist oberhalb der Wechselstation P_1 in der Entfernung von 115,2 m angelegt und weiter (stromaufwärts) in 101,4 m Distanz die zweite Zwischenstation P_3, auf welche dann in der Entfernung von 139,0 m wieder eine Wechselstation folgt, die auf unserem Grundrisse mit P_4 bezeichnet ist. Diese Stationen sind sämmtlich mit je zwei Seilscheiben von gleichem Durchmesser ausgestattet, jedoch mit dem Unterschiede, dass auf den Wechselstationen einspurige und auf den Zwischenstationen doppelspurige Seilscheiben (dem Principe nach wie Fig. 5 und 6, Tafel II) zur Anwendung kommen, welche gestatten, von jeder Zwischenstation aus eine beliebige Kraft abzugeben. Die letzte stromaufwärts folgende Zwischenstation P_5,

1) Man sehe hierüber besonders eine Schrift des Professors Dr. Pfaff in Schaffhausen, betitelt: „Heinrich Moser, ein Lebensbild". Auszugsweise im hannoverschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe, Jahrgang 1877, S. 373 etc.

in 135,5 m Entfernung von der Wechselstation, fehlt zwar auf Blatt 5 des grossen Rieter-Ziegler'schen photographischen Werkes[1]), indess wird derselben im zugehörigen (von Ziegler S. 10 gelieferten) Texte gedacht. Während Achard (in der unten genannten Quelle) die in unserer Abbildung in Fig. 1, Tafel II beim Pfeiler P_5 zu findenden Buchstaben *cc* einfach durch die Bemerkung erklärt: „transmissions secondaires par cable", erläutert Ziegler, dass von dieser Stelle ab wiederum theils mittelst kleinen directen Seilbetriebs, theils mittelst stehender oder liegender Wellenleitung gegenwärtig (d. i. im Jahre 1876) ca. 22 Maschinenpferde an eine Uhrenfabrik und neuerbaute Industriewerkstätten abgegeben werden."

Hat Referent auch hier, wie bereits früher, innig bedauert, die vielen vortrefflichen, höchst rationellen Constructionsdetails der drei Betriebs-Turbinen (Photogr. Blatt Nr. 7 und 8), sowie der Seilrollen und besonders der Zahnradanordnungen der Wechselstationen (Blatt Nr. 10 und 11) wegen Raummangel hier unerörtert lassen zu müssen, so hält er es doch für dringend erforderlich, (wenigstens) folgende Zahlenwerthe hier aufzunehmen.

Vom Turbinenhause *b* aus (Tafel II, Fig. 1) bis zur zweiten Wechselstation P_4, d. i. auf eine Totaldistanz von 473,2 m[2]), sind zwei gleich starke Drahtseile in Anwendung gebracht, um die Gesammtarbeit von ca. 500 Maschinenpferden zu übertragen. Jedes dieser Seile besteht aus 80 Drähten von 1,85 mm Dicke zu 8 Litzen mit Hanfseelen à 10 Drähten und einer centralen Hanfseele. Der Durchmesser der Seile ist 27 mm, der der Seilscheiben ist 4,50 m, die Seilgeschwindigkeit pro Secunde 18,84 m[3]).

Eine dritte grossartige Drahtseil-Transmissionsanlage, ebenfalls von Turbinen betrieben, wurde in der Zeit von 1870 bis 1871 von der Firma Joh. Jacob Rieter & Co. nach Ziegler'schen Entwürfen und Constructionen für die „Societé générale Suisse des eaux et forêts à Fribourg" ausgeführt.

Den Ziegler'schen Berichten über dies Werk entlehnen wir Folgendes unter Beifügung der betreffenden Grundriss- und Profil-Skizzen Fig. 2 und Fig. 3 auf Tafel II (nach Achard a. a. O.):

Die vorgenannte Gesellschaft hatte sich zu dem Zwecke gebildet, die der Stadt Freiburg (im Schweizer-Canton Freiburg) gehörigen Wälder zu erwerben und zu exploitiren, wobei man zugleich die Concession erworben hatte, die Saane (Sarine), einen Zufluss der Aare, in nächster Nähe der Stadt durch ein 12 m hohes Wehr aufzustauen und die dadurch gewonnene mechanische Arbeit theils zum Betriebe eines eigenen grossartigen Holzsägewerkes und zu anderen industriellen Zwecken zu verwenden, theils aber auch mittelst Anlage

1) Unsere lithographirte Tafel II ist Tome VIII (Sept. Série), 1875, der Annales des Mines (Pl. IV und V) entlehnt und gehört zu einer Arbeit des franz. Bergwerks-Ingen. Achard, auf welche wir später zurückkommen.

2) $473{,}2 \text{ m} = 117{,}6 + 115{,}2 + 101{,}4 + 139{,}0 = bP_1 + P_1P_2 + P_2P_3 + P_3P_4$.

3) Unsere Quelle erinnert schliesslich noch an eine Arbeit des verstorbenen Kronauer's, betitelt: „Turbinenanlage und Seil-Transmission der Wasserwerksgesellschaft in Schaffhausen", die auch in der Schweizer Polytechn. Zeitschrift, Jahrg. 1867, S. 1 etc. abgedruckt wurde.

von Filtern, Pumpen und einer 0,60 m weiten Röhrenleitung eine entsprechende Wassermenge in zwei anzulegenden Reservoirs von ca. 6000 cbm Inhalt auf die Höhe von 155 m (am Guintzet) zu liefern, um von da aus die ganze Stadt nicht nur mit Wasser zu versorgen, sondern auch von demselben an die Klein-Industrie zur Beschaffung von Betriebskraft abzugeben.

An der Stelle, wo das Wehr *a* (Fig. 2, Tafel II) angelegt werden sollte, fliesst die Sarine in einer engen, sehr tiefen Schlucht und war absolut kein Raum zur Errichtung von industriellen Etablissements vorhanden, wohl aber auf einem nicht gar weit davon um ca. 90 m höher gelegenen, verhältnissmässig ebenen Plateau (Plateau von Perolles), das, an die Eisenbahn grenzend, mit dem Bahnhofe *k* (Fig. 2, Tafel II) durch eine Zweigbahn in eine directe Verbindung gebracht werden konnte, die sich nach der Unter-Sarine fortsetzt und in eine mit Drahtseil betriebene schiefe Ebene bis *e* endet.

Da die Minimal-Wassermenge der Sarine (Saane) pro Secunde 16,20 cbm beträgt, so glaubte man mit einem nutzbaren Gefälle von $10^1/_2$ m eine Total-Nutzarbeit von 1700 Maschinenpferden erzielen zu können.

Die Errichtung des 12 m hohen Wehres bei *a* (Fig. 2) aus Beton-Mauerwerk, resp. Kieselstücken aus dem Flussbett mit Cement, bildete auch bei diesem Unternehmen eine Hauptschwierigkeit, da der gesunde Sandsteinfelsen des Flussbettes erst in einer Tiefe von 10 m unter Wasser gefunden werden konnte.

Im Turbinenhause *c* (Fig. 2, Tafel II), anfänglich zur Aufnahme von vier Girard-Turbinen mit vertikaler Achse bestimmt, waren zur Zeit der Ziegler-schen Beschreibung (a. a. O., S. 13) und der photographischen Abbildungen (a. a. O., Blatt 16, 17 und 18) nur zwei im Gange, von denen die eine 300 Maschinenpferde mittelst Drahtseil-Transmission von *c* aus nach P_1, P_2 ... P_{14} auf das bereits erwähnte Plateau von Perolles hinauf abgiebt und die andere von gleicher Grösse und Stärke zum Pumpenbetriebe Verwendung findet. Jede dieser beiden Turbinen consumirt bei $10^1/_2$ m Gefälle eine Wassermenge von ca. 2,90 Cubikmeter pro Secunde.

Von der ersten der beiden vorbenannten Turbinen wird deren Arbeit (300 Maschinenpferde) zunächst von *c* aus zu einem Sägewerke nach *d* transmittirt, wovon die Antriebwelle um 81,844 m höher als die Seilscheibenwelle im Turbinenhause *c* liegt. (Man sehe hierzu auch den Langschnitt Figur 3.) Die Totaldistanz von *c* nach *d* beträgt 765 m, die in vier gleich lange Stationen P_1, P_2, P_3, P_4 und P_5 getheilt ist. Die erste Station P_1 (Fig. 3), welche auf einen Felskopf über dem Flusse drüben, neben dem neuen Wildbett der Sarine, angelegt wurde, ist für zwei doppelspurige Seilscheiben von 4,5 m Durchmesser mit zwei Seilscheibenwellen angelegt und so eingerichtet, dass die in gleicher Linie mit einander liegenden und unabhängig von einander sich bewegenden Seilscheibenwellen, durch die zweite der vorbenannten Turbinen und das parallel mit dem jetzigen Seile zu erstellende zweite Seil im Nothfall eines Seilbruchs mitgekuppelt werden können. Von dieser Station hinweg geht dasselbe (wie Fig. 3 erkennen lässt) in einem 95 m langen Tunnel durch einen Bergvorsprung hindurch. Mitten im Tunnel ist nun die zweite Station P_2 angelegt. Ausserhalb über dem Scheitel des Tunnels sind (wie Fig. 3 erkennen lässt) auf dem Pfeilerhaupte P_2 noch Seilscheiben projecktirt, auf welche von den im Tunnel liegenden Haupt-Seilscheiben nach Bedarf noch

Arbeit für besondere im umgebenden Terrain erforderliche Betriebe übergetragen werden kann. P_3 ist eine Wechselstation, deren Pfeiler auf dem Scheitel eines jäh nach der Sarine (*nn* der jetzige und *qq* deren früherer Wasserstand) abfallenden Gebirgsstockes (Kegels) erbaut ist. Vom folgenden Zwischenpfeiler P_4 geht das Seil, einen tiefen Einschnitt passirend, auf die Haupt-Triebseilscheibe P_5 des Sägewerkes *d* über. Zu erwähnen ist noch, dass sämmtliche Seilscheiben dieses Betriebes den gleichen Durchmesser von 4,5 m haben, sowie auch ebenso die Drahtseile die gleiche Stärke von 27 mm besitzen. Letztere bestehen aus 90 Drähten von je 1,8 mm Dicke, resp. aus 10 Litzen à 9 Drähten mit Hanfseelen. Bei 81 Touren der Seilscheiben beträgt die Seilgeschwindigkeit 19 m pro Secunde.

Von der im Souterrain des Sägewerkes befindlichen Längen- und Querwellen-Transmission wird unter Zwischenschaltung von Zahnrädern ein Seilscheibenbetrieb von ca. 50 Maschinenpferden zum Betriebe einer schiefen Bahn *e* (Fig. 2) abgegeben. Ferner werden vom Sägewerke *d* aus wiederum 120 Maschinenpferde zum Betriebe einer Waggonfabrik *f* und anderer Etablissements auf dem Plateau von Perolles abgegeben, wobei P_6 . . . P_8 geeignete Zwischenstationen bezeichnen, P_9 aber eine erforderliche Wechselstation ist. Schliesslich werden in weiterer Fortsetzung des Seilbetriebes, unter Benutzung von Tragpfeilern P_9 bis mit P_{12} und einer Wechselstation P_{13} eine Eisengiesserei *g* und endlich eine Kunstdüngerfabrik *h* betrieben. Da die beiden Seilbetriebe zur Giesserei und Düngerfabrik gleiche Arbeiten von je 20 Maschinenpferden zu übertragen haben, und eine gleiche Geschwindigkeit von 150 Touren für die Seilscheiben angewendet werden konnte, so ist auch der Durchmesser der Seilscheiben von 2,13 m an beiden Seiltrieben, sowie die Stärke der Drahtseile gleich. Letztere bestehen aus 42 Drähten von 0,9 mm Dicke und 9 mm Seilstärke, resp. 7 Litzen à 6 Drähte mit Hanfseelen.

Wir gelangen nun zu dem vierten Ziegler-Rieter'schen Werke, den grossartigsten Drahtseil-Transmissionen auf dem europäischen Continente, die immer noch als wahre Marksteine rationeller Technik und moderner Maschinenconstruction zu betrachten sind, zu den Anlagen der „Compagnie Génerale de Bellegarde“ an der sogenannten „Perte du Rhone“ [1]).

Mit letztgenanntem Namen bildete sich 1872 eine Actiengesellschaft für die Ausbeutung einer Wasserkraft von 3150 (effectiven) Maschinenpferden [2]).

1) Die „Perte du Rhone“ ist eine Felsenschlucht (eine Art Trichter) im französischen Departement Ain (unweit der Schweizer Grenze), in welche sich die Rhone ergiesst und demzufolge bei niedrigem Wasserstande auf eine Strecke von fast 100 m dem Auge völlig entschwindet. Diese Flussstelle liegt oberhalb der Mündung der Valserine in die Rhone. Auf unserer lithographirten Tafel II ist die Perte du Rhone (stromaufwärts des Flusses) durch den Buchstaben *A* markirt.

2) Der geschichtlichen Bedeutung wegen folgt der Verfasser von hier ab wieder in seiner Beschreibung dem Ziegler'schen Texte des grossen photographischen Prachtwerkes, bedauernd, die betreffenden schönen Tafeln Nr. 22 bis 30 nicht wiedergeben zu können. Von fünf projectirten Henschel-Jonval-Turbinen hatte jede zu verfügen über 5188 Liter Wasser pro Secunde

Bei der Anlage des auf der lithographirten Tafel II mit der Ziffer 3 bezeichneten Turbinenhauses waren bedeutende technische Schwierigkeiten zu überwinden. Dies Haus konnte nicht anders als im Bett der Valserine erbaut werden, weshalb man den Fluss weiter nach rechts verlegen musste, worauf dann erst eine starke Schutzmauer bis zum Hochwasserstande reichend aufgeführt werden konnte, um das innerhalb derselben liegende alte Flussbett auf die beträchtliche Distanz von 18 und 20 m Tiefe in den Kalkfelsen auszusprengen. Das linke überhängende Ufer, welches eine Höhe von 36 m über dem Flussbett erreicht, musste von oben herunter weggesprengt werden, um gegen späteres Nachstürzen von verwitterten Felsblöcken gesichert zu sein.

Aus dem in der tiefen Valserine-Schlucht liegenden Turbinenhause (Ziffer 3. Fig. 4, Tafel II) musste das von den hydraulischen Motoren entwickelte Arbeitsvermögen mittelst Drahtseilen (nach dem Vorbilde der Anlagen von Schaffhausen und Freiburg) auf gehörigen Pfeilern gelagerten Seil- und Tragrollen, beziehungsweise unter Einschaltung von Zahnrad-Wechsel-Stationen auf das Plateau von Bellgarde (Fig. 4, 5 und 6, Tafel II) hinauf- und hier fortgeleitet werden. Die vertikale Höhe von den Seilscheiben auf dem Turbinenhause bis auf diejenige der ersten Station beträgt nicht weniger als 36 m (100 Fuss englisch) bei einer lateralen Distanz von 60 m.

Eine schwache Idee der Drahtseil-Transmission vom Turbinenhause der Valserine-Schlucht zu den ersten, auf der Höhe liegenden Seilscheiben und deren Pfeilern, giebt die S. 757 folgende Abbildung, die einer in Bellegarde vom Verfasser gekauften Photographie entnommen ist[1]).

Die einzigen dem Verfasser der Allgemeinen Maschinenlehre bekannt gewordenen grösseren Abbildungen der Bellgarder Anlagen giebt die englische Zeitschrift „The Engineer" vom 20. und 27. März, sowie vom 3. April 1874. An letzterer Stelle wird auch Grundriss und Längendurchschnitt des betreffenden Terrains mitgetheilt[2]).

Weiteres über dies (leider durch verkehrte Speculation französischer Unternehmer in finanzielle Verlegenheit gerathene) Werk ergiebt sich bei der hier folgenden Erörterung der auf der Grundrissabbildung Fig. 4, Tafel II durch Ziffern und Buchstaben markirten Stellen.

bei 13,01 m Gefälle und von 6092 Liter pro Secunde bei 11,08 Gefälle. Bei einem Wirkungsgrade (Güteverhältnisse) von 0,7 ergiebt dies (wie oben) eine Nutzarbeit von 3150 oder von 630 Maschinenpferden für eine Turbine.

1) Leider sind bei Anfertigung des Holzschnittes die Drahtseile viel zu dick gerathen!

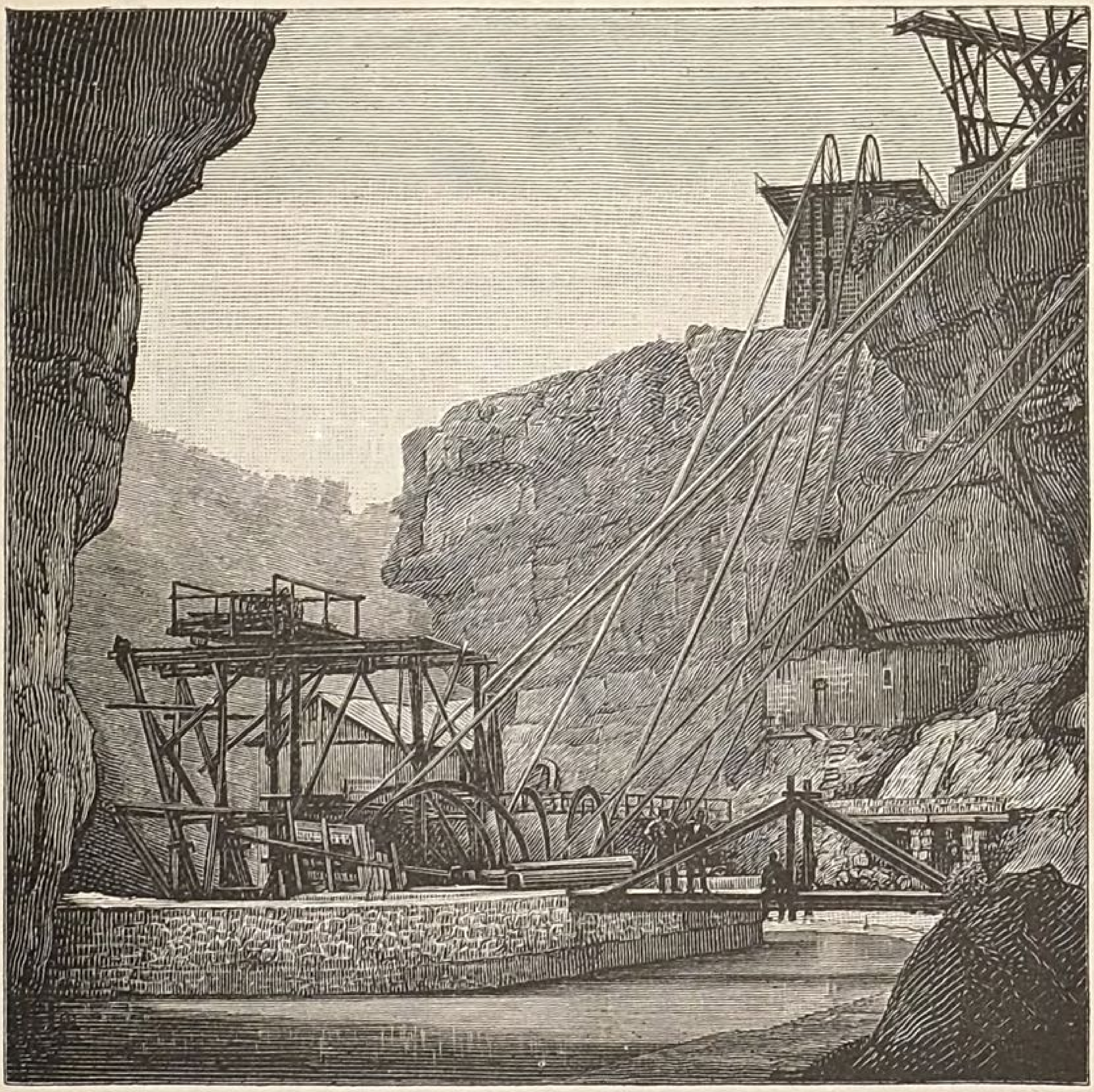
2) Referent kann nicht genug die höchst liebenswürdige Aufnahme rühmen, die ihm zufolge Empfehlung der Herren Joh. Jacob Rieter & Co. in Winterthur seitens der Directoren, der Herren Bazin und Monot in Bellegarde beim Besuche des Werkes am 31. August 1877 zutheil ward.

Sämmtliche zu der Zeit ausgeführten Turbinen und Drahtseil-Transmissionen vom Turbinenhause Nr. 3 bis zum Phosphat-Mühlenwerke Nr. 8 (Tafel II, Fig. 4), eine Entfernung von ca. 900 m (in 7 Stationen vertheilt), wurden (leer gehend) allein zu meiner Orientirung in Betrieb gesetzt.

Man sehe hierüber auch meinen (kurzen) Bericht in Nr. 41, Jahrg. 1877 des hannoverschen Wochenblattes für Handel und Gewerbe.

Zuerst der natürlichen Ziffernreihe folgend[1]) bezeichnet Nr. 1 das Sammelbassin für das Turbinen-Aufschlagwasser (dass der Buchstabe *A* die Stelle der „Perte du Rhone" angiebt, wurde bereits vorher bemerkt). Nr. 2 markirt einen zu Ent- und Bewässerungen bestimmten Canal, während Nr. 4 ein vom Turbinenhause Nr. 3 ausgehendes Project andeutet, einen Tunnel zu einer (später) bei Nr. 5 anzulegenden Turbine. Nr. 6 sind Gebäude der Gesellschafts-Direction, Nr. 7 ist eine der Gesellschaft angehörige Zweig-Eisenbahn. Nr. 8

Fig. 541.



ist das bereits erwähnte Phosphat-Mühlwerk (welches in der Nähe vorhandene Koprolithen, zum grössten Theile aus phosphorsaurem Kalk bestehend, verarbeiten sollte). Nr. 9 ist der Ort einer Holzstofffabrik zur Herstellung von Papier bestimmt. Nr. 10 bezeichnet die Gebäude zu einer Holz-Parquet-Fabrik.

1) Der Verfasser benutzt hier zur Beschreibung des Achard'schen Grundrisses (Fig. 4, Tafel II) dessen Beschreibung in den Annales des Mines (Sept., Serie, T. VIII, 1875, p. 245 und 258).

Endlich markirt der in nördlicher Richtung vorhandene Buchstabe *B* die Stationsgebäude der von Lyon (Culoz) nach Genf führenden Eisenbahn mit Normalspur. Indem sich Referent wieder zu der Ziegler'schen Textbeschreibung (a. a. O., S. 20) wendet, entnimmt er hieraus noch Folgendes:

Für den zur Phosphatmühle (Nr. 8 des Grundrisses, Fig. 4) führenden Seilbetrieb ergeben sich folgende Stations-Distanzen:

Vom Turbinenhause Nr. 3 bis zur ersten oder Tragrollenstation P_1	60	m
Von der Tragrollenstation bis zur zweiten Station P_1	131	„
„ „ zweiten zur dritten Station P_a	130	„
„ „ dritten zur vierten Station P_b	130	„
„ „ vierten zur fünften Station P_c	174	„
„ „ fünften zur sechsten Station (über die Rhone hinüber) — P_d	88,5	„
Von der sechsten zur siebenten Station P_e (über die Rhone) zur Mühle (8)	193,5	„
Daher Total-Distanz vom Turbinenhause (3) bis zur Mühle (8)	907,0	m.

Die auf der zweiten, dritten, vierten, fünften und sechsten Station befindlichen Seilscheiben sind doppelspurig, so dass ein continuirliches Seil nur von einer Station zur andern geht und dabei gestattet, an jeder Zwischenstation (siehe Fig. 5 und 6, Tafel II) Arbeit zum Betriebe anderer in der Nähe befindlichen Etablissements abzugeben.

Referent schliesst hiermit seine Mittheilungen über die grossen Drahtseil-Transmissionen mit dem Hinweis auf nachstehende tabellarische Uebersicht sämmtlicher von der Firma Joh. Jacob Rieter & Co. bis zum Jahre 1886 ausgeführten Drahtseil-Transmissionen, wobei er die Gelegenheit benutzt, der Firma und auch Herrn Ziegler für alle auf seinen Wunsch (überhaupt) gütigst gemachten Mittheilungen, sowie für das werthvolle Geschenk des grossen Werkes mit den 30 vortrefflichen photographischen Abbildungen der grossen Drahtseil-Transmissionen, seinen besten Dank öffentlich auszusprechen.

Verzeichniss ausgeführter Drahtseil-Transmissionen der Firma Joh. Jacob Rieter & Co. in Winterthur.

Construcions-Jahr	Empfänger	Pferdekräfte	Totale Distanz in Metern	Zahl der Zwischen-Station	Tourenzahl pr. Minute
1858	H. Sulzer in Aadorf	4	14,40	—	40
1859	Imhof-Blumer & Co. in Freienstein	17	61,65	—	75
1864	" " " " "	20	36,00	—	120
1860	Mech. Werkstätten in Töss	40	18,75	—	115
1867	" " " "	40	115,50	—	80
1868	" " " "	40	163,50	1	115
1870	" " " "	4	31,20	—	115
1861	Baumwollspinnerei a./d. hohen Mark in Oberursel b. Frankfurt a./M.	104	966,00	7	114
1863	Fr. Kubinzky in Beraun b. Prag	39	45,52	—	120
1864	Ziegelfabrik Tännikon b. Aadorf	20	26,40	—	197
1864	" " " "	16	46,00	—	197
1864	" " " "	4	74,00	—	150
1866	Wasserwerkgesellschaft in Schaffhausen	560	473,20	4	80
1866	Fr. Buser in Moskau	12	42,06	—	140
1867	Fr. Schmitt in Semil	90	74,00	—	146
1867	Erste Ungar. Maschinenfabrik in Pest	16	38,86	—	100
1868	Hermanetzer Papierfabrik b. Neusohl, Ungarn	160	404,20	2	100
1868	Pottendorfer Baumwollspinnerei u. -Weberei b. Wien	12	63,20	—	90
1868	J. G. Brügelmann in Düsseldorf	40	109,84	—	106
1869	J. H. Bühler & Söhne in Winterthur (Sennhof)	80	712,40	4	121
1869	E. Mylius & Co. in Mailand (Boffalora)	2	20,36	—	74
1869	Spinnerei, Weberei und mech. Werkstätte in Kottern (Kempten)	200	102,15	—	90
1869	Eichmann & Co. in Arnau (Böhmen)	50	20,00	—	138
1870	Baumwollspinnerei von J. J. Rieter & Co. in Nieder-Töss	50	53,40	—	75
1869	Baumwollspinnerei von J. J. Rieter & Co. in St. Georgen	4	13,20	—	134
1870	Ferd. Ernst in Pfungen	40	90,00	—	92
1870	Papierfabrik Podgora b. Görz	25	126,00	—	140
1871	Société générale Suisse des Eaux et Forêts à Fribourg	300	765,00	4	81
1871	C. F. Bally in Schönenwerd	10	73,50	—	120
1871	Holzwaarenfabrik Bernhardshütte. Thüringen	25	20,50	—	140
1871	Oesterreichische Waffenfabrik - Gesellschaft in Steyr	10	95,15	—	200
1872	Francesco Rossi in Schio (Italien)	60	60,00	—	120
1872	Rhône Hydraulic Company Bellegarde	600	907,00	5	70
1872	Société Fribourgeoise de fabrication de waggons à Fribourg	100	120,00	1	81
1872	Société générale Suisse des Eaux et Forêts à Fribourg	120	279,00	3	100
1872	Gebrüder J. & F. Paravicini in Schwanden (Glarus)	100	202,50	1	121
1872	Gebrüder Benninger in Niederuzwyl	40	41,00	—	125
	" " " "	15	41,00	—	125

Constructions-Jahr	Empfänger	Pferdekräfte	Totale Distanz in Metern	Zahl der Zwischen-Station	Tourenzahl pr. Minute
1872	Rhône Hydraulic Company Bellegarde . .	630	188,00	1	70
1873	Lanificio Rossi in Schio (Italien)	140	670,00	5	100
1873	Mech. Werkstätten in Töss	70	93,60	—	125
1873	Oesterreichische Waffenfabrik - Gesellschaft in Steyr	20	51 00	—	200
1873	Homberger & Bürgi in Schaffhausen . . .	30	126,00	—	180
1873	Société générale Suisse des Eaux et Forêts à Fribourg	60	1725,00	13	120
1873	Königlich Preussische Pulverfabrik in Hanau	20	100,00	—	100
1873	Wasserwerkgesellschaft in Schaffhausen . .	150	135,50	—	80
1873	International Watch-Compagny in Schaffhausen	10	52,50	—	120
1875	Königlich Preussische Pulverfabrik in Hanau	20	100,00	—	100
1875/6	H. Strickler in Höngg	123	98,50	—	100
1876	F. Schmitt in Semil	150	103,50	—	100
1876	Ziegler'sche Thonwaarenfabrik in Schaffhausen	35	97,64	—	113
1877	Alb. Fesca & Cie. in Berlin	1,4	28,00	—	212
1878	Krumauer Graphitwerke in Krumau (Böhmen)	30	123,76	1	120
1878	Valent. Ander-Egg in Oberhelfenswyl . .	27	174,20	1	120
1878	Peter Harkort & Sohn in Wetter a. d. Ruhr	90	60,00	—	90
1879	C. F. Bally in Schönenwerd	30	72,00	—	104
1879	Georg Fischer in Schaffhausen	10	27,00	—	120
1879	Neue Baumwoll-Spinnerei Hof	7	22,00	—	200
1879	J. Dierzer in Kleinmünchen (Oberösterreich)	40	53,59	—	169
1879	J. U. Schläpfer in Waldstatt	22	70,00	—	120
1879	J. R. Guyer in Bauma	17	179,00	1	150
1879	C. Schickhardt & Cie. in Betzingen, Württemb.	30	33,00	—	136
1879	Spinnerei Theresienthal	90	77,35	—	160
1881	G. & R. Hüssy in Luino	125	118,60	—	130
1882	Carl Ganahl & Cie. in Feldkirch	6	27,50	—	100
1882	Eichmann & Co. in Arnau	154	562,60	3	100
1882	J. Looser in Kappel, Toggenburg	4	39,00	—	75
1883	Eidgen. Wasserwerk in Thun	8	136,00	—	120
1883	" " " "	8	180,50	1	120
1883	" " " "	27	57,50	—	120
1883	" " " "	15	30,60	—	120
1883	Flachs- und Hanfspinnerei Krumau in Böhmen	5	100,50	—	200
1883	S. Kindlimann in Aadorf	1,5	74,50	—	110
1884	Giov. Gaspare Egg fu Corrado in Piedimonte	120	60,00	—	114
1884	J. H. Bühler & Söhne in Winterthur (Sennhof)	150	86,00	1	150
1884	Heinzel & Kunitzer in Lodz (Polen) . . .	100	40,00	—	118
1884	Gebrüder Hefti in Hätzingen	30	68,30	—	170
1885	Papierfabrik Podgora bei Görz	75	123,60	1	90
1885	Walzwerk und Bessemerstahlfabrikations-Actiengesellschaft Ternitz	125	387,64	3	100
1885	F. Widmer-Wälti in Gazzaniga (Italien). .	90	378,56	2	110
1885	Heyerdahl & Co. in Christiania	75	42,50	—	150
1885	Heinrich Guyer in Bauma (Zürich) . . .	15	129,00	1	150
1885/6	G. Nüsli-Näf in Laufenburg (bei Schaffhausen)	42	64,85	1	150
1885/6	" " " " "	5	31,40	—	170
1886	Acquedotto De-Ferrari-Galliera in Genua .	300	403,00	2	100

Zusatz-Capitel.

§. 48.

Notizen und Erfahrungen,

betreffend den gegenwärtigen Zustand der Uebertragung (Transmission) mechanischer Arbeiten auf grosse Entfernungen, eingeleitet durch geschichtliche Uebersichten.

(Fernbetriebe).

Der Verfasser theilt in nachstehenden Paragraphen die von ihm in jüngster Zeit gesammelten Erfahrungen, Mittheilungen und Notizen über den bezeichneten Gegenstand mit, ohne dabei Ansprüche auf Vollständigkeit zu machen.

Von den überhaupt bekannten Fernbetriebmitteln werden der Reihe nach folgende besprochen: Gestänge (Stangenkünste), Atmosphärische Luft, Wasser, Drahtseile und Electricität [1]).

1) Wasserdampf als Fernbetriebsmittel hat der Verfasser hier deshalb nicht aufgenommen, weil die betreffenden (zuverlässigen) Erfahrungen, in Bezug auf die noch zulässigen Leitungslängen, Bestimmung der Spannungs- und Condensations-Verluste noch nicht so weit gediehen sind, um zuverlässige Vergleichungen mit den vier andern Fernbetriebsarten anstellen zu können.

Der Verfasser verweist deshalb auf Seite 391 etc. gegenwärtigen Buches und insbesondere auf die vom Vereine deutscher Ingenieure preisgekrönte Abhandlung „Ueber die zweckmässigste Dampfgeschwindigkeit in Dampfleitungsröhren." Diese Abhandlung stützt sich insbesondere auf Versuche (tüchtigen Experimentatoren), welche in den Jahren 1885 und 1886 an der unterirdischen Wasserhaltungsanlage des Josephschachtes der Königl. Grube bei Louisenthal (Saarbrücken) angestellt wurden.

Bei Leitungen von 323 m Länge (gusseiserne Röhren) und von 330 m Länge (schmiedeeiserne Röhren) und bei Durchmessern von 75 mm und 140 mm, ferner bei Dampfspannungen von 2,01—6,08 Atmosphären Ueberdruck, ergaben die Versuche Spannungsabfälle von 0,06—3,49 Atmosphären. Hierbei zeigte es sich zugleich, dass die s. Z. von Herrn Professor H. Fischer (Dingler's polytech. Journal, Bd. 236, 1880, S. 353) angegebene Formel zur Berechnung dieser Spannungsverluste (verhältnissmässig) gut mit den Versuchen übereinstimmt.

Abgedruckt ist die ganze werthvolle mit Abbildungen begleitete Arbeit im Jahrg. 1887, No. 32—35 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.

Aeltere (aber dennoch beachtenswerthe) Angaben über Dampfleitungen, finden sich in dem bereits genannten IV. Bande, I. Abthl. (S. 243—253) „Baumaschinen" des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften. Leip. 1883.

I. Gestänge [1]).

Dieses älteste aus starren Stangen oder Drähten gebildete Fernbetriebmittel wird besonders zur Uebertragung (Fortpflanzung) mechanischer Arbeiten mit geradlinig wiederkehrenden Bewegungen in Anwendung gebracht und zwar vorzugsweise zum Betriebe der Wasser-Pumpwerke (S. 337, Fig. 289) beim Berg- und Salinenwesen, obwohl man auch hier bemüht ist, die schwerfälligen, nur für langsame, hin- und hergehende Bewegungen brauchbaren Gestänge immer mehr durch andere Transmissionsmittel zu ersetzen [2]).

Je nachdem man von den Gestängen über der Erde, in Schächten oder auf Strecken Gebrauch macht, unterscheidet man Feld-, Schacht- oder Strecken-Gestänge.

Indem hinsichtlich einer ausführlichen Besprechung und Theorie (betreffende Berechnungen etc.) des Gegenstandes auf die (hier in untenstehender Note 1) verzeichneten Quellen verwiesen werden muss, hält der Verfasser dennoch folgende Angaben und Notizen für nicht überflüssig.

Nicht immer kann man die Gestänge in gerader Richtung führen, weshalb, wenn dies nicht stattfinden kann, besondere Anordnungen getroffen werden müssen.

Die hauptsächlichsten Mittel zum Beschaffen derartiger Richtungsveränderungen sind Bruchschwingen, Kreuze (Kunstkreuze), Wendedocken, Balancier's u. d. m.

Zu bemerken ist hierbei, dass man denjenigen Winkel, um welchen zwei gegen einander gerichtete und mit einander verbundene Gestänge in ihren Richtungen abweichen (und welcher also die Ergänzung des von ihnen eingeschlossenen Winkels zu 180 Grad ist und dabei nicht über 45 Grad beträgt), den Richtungs- oder Bruchwinkel nennt. Ist der Bruchwinkel (in verticaler

1) Literatur:

a. Langsdorf, „System der Maschinenkunde“. Heidelberg 1826. Bd. I.

b. Salzenberg, „Vorträge über Maschinenbau“. Berlin 1842, S. 335.

c. Schwammkrug, Artikel „Bruchschwingen“ im I. Bande der Allgemeinen Maschinen-Encyklopädie von Hülse, Leipzig 1844, S. 596.

d. Weisbach, „Lehrbuch der Ing.- und Maschinen-Mechanik“. Dritter Theil, Abschnitt: Fortpflanzende Maschinentheile. Erste Auflage. Braunschweig 1851, S. 26.

e. v. Hauer, „Die Wasserhaltungsmaschinen der Bergwerke“. Leipzig 1879, S. 132 etc.

2) Professor Hoppe in seinem interessanten Buche „Die Bergwerke, Aufbereitungs-Anstalten und Hütten im Ober- und Unterharze“. Clausthal 1883, berichtet beispielsweise hierüber S. 226 Folgendes:

„Vor dem Einbaue der grossen Wassersäulenpumpen im Königin-Marienschacht (Bd. 1. S. 452, zweite Auflage der Allgemeinen Maschinenlehre) waren in den betreffenden Revieren 15 Wasserradkünste mit in Summa 10 000 m langen Gestängen und 2680 m hohen Pumpensätzen im Betriebe. Im Jahre 1876 mussten z. B. 575 Kunststangen, à 10 m Länge, also 5750 m Gestänge ausgewechselt werden.

Ebene) grösser als 45 Grad, so wird die Bruchschwinge zum Kunstkreuze. Ferner sind Wendedocken (Wendeböcke) solche Kreuze, welche in ganz wagerechten oder geneigten Bruchebenen für jeden Bruchwinkel Anwendung finden.

Bruchschwingen und Kreuze theilt man insbesondere noch ab, in stehende oder hängende. Bei ersteren liegt ihr Aufhängepunkt oder ihre Drehachse tiefer als die Verbindungsbolzen ihrer Gestänge, bei letzteren dagegen höher. Ausserdem können Kreuze ganze, halbe oder Viertelkreuze sein, je nachdem ihre sich durchkreuzenden Arme vier, zwei oder nur einen Quadranten in einer und derselben Ebene (der Bruchebene) einnehmen[1]).

Das gewöhnliche Material der Gestänge ist Holz, Schmiedeeisen oder Stahl (massiv, oder hohl als Röhre); in besonderen Fällen bildet man die Gestänge auch aus Draht der genannten Metalle[2]).

Indem hinsichtlich betreffenden Berechnungen auf die Arbeiten Schwammkrug's, Weisbach's und v. Hauer's verwiesen werden muss, werde hier nur noch auf den sogenannten Hubverlust, d. h. auf die Grösse aufmerksam gemacht, um welche der Weg des Lastpunktes kleiner ausfällt, als der Weg des Kraftpunktes. Dieser Hubverlust entspringt theilweis aus der Elasticität der Stangen an sich, theils aus der unvollkommenen Verbindung derselben durch die sogenannten Schlössen. Weisbach berechnet (a. a. O. §. 11) diesen Hubverlust für ein eisernes Gestänge von 1000 Fuss Länge, während Langsdorf (a. a. O., Bd. 1) nach einer von ihm beim Hessischen Salzwerke „Salzhausen" selbst gemachten Erfahrung Folgendes berichtet:

„Die Länge des hier in Thätigkeit befindlichen hölzernen Gestänges betrug 6836 pariser Fuss mit 388 liegenden Schwingen. Die Buglänge des treibenden Krummzapfens war 18 Zoll, also der geradlinige Weg am Kraftpunkte beim Schube oder Zuge 36 Zoll. Nach Verlauf einiger Betriebsjahre betrug die Länge des geradlinigen Weges nur 7 Zoll, der Hubverlust also 29 Zoll!

§. 49.

II. Atmosphärische Luft[3]).

(Luftsäulengestänge).

Nach den Gestängen aus Holz ist die atmosphärische Luft das älteste Fernbetriebmittel, wie dies auch aus Mittheilungen an betreffenden Stellen der Allgem. Maschinenlehre zu entnehmen ist.

1) Besonders schön (und nach Maass) gezeichnete Bruchschwingen, Kreuze etc., finden sich in der vorher aufgeführten Arbeit „Schwammkrug's" in Hülse's Maschinen-Encyklopädie beigegeben.

2) Man sehe insbesondere den Artikel „Drahtseilgestänge" in dem S. 762 (unter e) angegebenen Hauer'schen Werke.

3) Literatur: Ausser den im Texte dieses Paragraphen nochmals citirten Stellen unseres Buches sind es besonders folgende grössere (neuere Arbeiten und Werke), welche für die allgemeine Behandlung des Gegenstandes genannt zu werden verdienen:

In der That ist hierzu nur erforderlich, zunächst auf die schon von Aristoteles gekannte Taucherglocke (S. 608) hinzuweisen, ferner auf Papin's Anordnungen (S. 599) um die mechanische Arbeit eines Wasserrades auf grosse Entfernungen mittelst verdichteter atmosphärischer Luft fortzupflanzen und an der Endstelle zum Wasserfördern zu benutzen. Verwirklicht wurde (allerdings) dieser Papin'sche Vorschlag zuerst 1753 von Höll bei seiner „Luftsäulen-Maschine" (S. 345, Fig. 346). Später, am Anfange dieses Jahrhunderts, verwandte man den Druck der atmosphärischen Luft (durch Erzeugung luftverdünnter Räume), um die Arbeit von Dampfmaschinen, ohne irgend welche Erschütterungen, zum Bewegen der Prägstöcke grosser Münzwerkstätten (in London, Petersburg, Utrecht etc. etc.) überzutragen [1]). In ähnlicher Weise richtete man im Anfange der vierziger Jahre den Betrieb der sogenannten atmosphärischen Eisenbahnen ein und zwar mit Erfolg zuerst zwischen London und Blakwall-Croydon, ferner später 1844 in grösserem Maassstabe zwischen Dalky und Kingston (Hafen von Dublin), wobei die s. Z. berühmten Ingenieure Clegg und Samuda nicht nur praktisch thätig, sondern auch die Bekämpfer der Gegenpartei des atmosphärischen Eisenbahnsystems waren, an deren Spitze der ausgezeichnete Robert Stephenson stand. Noch später (1847) folgte diesen Vorgängen auch die Eisenbahn zwischen Nanterne und St. Germain bei Paris.

Gegenwärtig sind alle sogenannten atmosphärischen Eisenbahnen verschwunden und gehören in das Gebiet der Geschichte des maschinellen Transportwesens. (Man sehe hierüber auch die „Allgemeine Maschinenlehre", Bd. III, S. 569 bis mit 571).

Einen neuen Impuls erhielt das pneumatische Transmissionssystem im Jahre 1843 durch den französischen Ingenieur Trieger (S. 613), der dasselbe für Fundirungszwecke brauchbar zu machen verstand und noch mehr, von 1857 an, durch die Italiener Sommelier und Gratoni, welche dies System zum Betriebe von Tunnelbohrmaschinen und zwar in kurzer Zeit mit solchem Erfolge in Anwendung brachten (S. 600 u. S. 636), dass es erst in allerjüngster Zeit durch das neuere hydraulische Transmissionssystem einen ebenbürtigen Concurrenten erhielt.

Ehe wir indess die jüngsten Erfahrungen und Resultate dieses letztern (hydraulischen) Systemes hier erörtern, haben wir noch anderer Anwendungen des pneumatischen Transmissionssystemes zu gedenken, wobei zunächst (für

a. Haslacher, Die Anwendung comprimirter Luft zum Betriebe unterirdischer Maschinen. Zeitschr. f. B., H. u. Salinenwesen in Preussen. Bd. 17 (1869), S. 1.

b. Pernolet, L'Air comprimé. Paris 1876.

c. v. Hauer, Wasserhaltungs-Maschinen. Leipzig 1879, S. 757.

d. Schellhaus u. Krebs, „Pneumatische Triebwerke". Im IV. Bande des Handb. der Ing. Wissenschaften. Erste Abthl., S. 194. Leipzig 1883.

e. v. Serlo, Leitfaden zur Bergbaukunde. II. Bd.; vierte verbesserte und bis auf die neueste Zeit ergänzte Auflage. Berlin 1884, S. 660. (Beigegeben sehr vollständige Literatur).

1) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbsfleisses in Preussen. Jahrg. 1831, S. 84 etc.

Verkehrszwecke) die Beförderung kleiner Postpackete, Briefbeutel etc. in geschlossenen Röhren durch erzeugte Luftpressungs-Differenzen gehört und worüber sowohl Bd. III, S. 571, als auch im gegenwärtigen Bande IV, S. 727 etc. ausführlich berichtet wird[1]).

Ferner verdienen die Benutzungen des pneumatischen Transmissionssystemes für bergmännische Zwecke erwähnt zu werden, insbesondere in den Fällen, wo unter der Erde Arbeiten zu Tage aufgestellter Motoren, in abwechselnd fallenden und steigenden Strecken, unter bedeutenden Richtungsveränderungen auf grosse Distanzen (von über 1000 Meter) fortgepflanzt werden müssen, wie dies u. A. beim Werlauer Werke (unweit St. Goar am Rheine) durch den Civil-Ingenieur Kley in Bonn ausgeführt, mit besonderem Erfolge geschehen ist[2]). Aeltere Beispiele finden sich in der Seite 7 (Note 5) aufgeführten Arbeit Haslacher's, neuere in einer interessanten Arbeit des Professors Undeutsch im „Freiberger Jahrbuch" für das Berg- und Hüttenwesen auf das Jahr 1887, S. 55 (Lufthaspel im Carola-, Oppel- und Albertsschachte).

Schliesslich werde noch auf ein Project aufmerksam gemacht, welches die Kleingewerbe der englischen Industriestadt Birmingham betrifft[3]). Daselbst befinden sich (wie in vielen andern auch deutschen grösseren Städten) eine grosse Anzahl kleiner Dampfmaschinen und Kessel, die nicht nur kostspielig und verschwenderisch, sondern auch eine stete Quelle von Unzuträglichkeiten in Folge des (belästigenden) Rauches sind.

Nach unserer Quelle soll eine Gesellschaft (Power Compagnie) beabsichtigen, diese kleineren Dampfmotore dadurch zu beseitigen, dass sie Rohrleitungen in den Strassen anlegt, welche fortwährend mit atmosphärischer Luft von 45 Pfund pr. engl. Quadratzoll (3 Atmosphären) Druck gefüllt sind und diese gepresste Luft (unter Controle durch geeignete Messapparate) an betreffende Kleingewerbsbetriebe abgeben. Angegeben wird in unserer Quelle, dass die Anlage zunächst für 15 000 indicirte Pferdekräfte bestimmt sein soll und davon bereits 6000 vergeben worden wären.

1) Nach dem Erscheinen der zweiten Auflage von Bd. III der Allgemeinen Maschinenlehre im Jahre 1877 wurde vom Archive für preussische Post und Telegraphie, 12. Jahrg. (Berlin 1884), S. 733, die Thatsache veröffentlicht, dass bereits im Jahre 1841 dem Grosshändler Ritter von Hohenblum in Wien ein Privilegium auf die Erfindung einer (pneumatischen) Eil-Brief-Beförderungsbahn für die k. k. österreichischen Staaten ertheilt worden sei.

2) Man sehe hierüber S. 605 dieses Bandes nach einem ausführlichen Berichte des Verfassers, welcher das Erlauer Werk am 9. Septbr. 1874 besuchte und hierüber im „Hannoverschen Wochenblatte" für Handel und Gewerbe, Jahrg. 1874, S. 312—315 berichtete. Von comprimirter Luft betrieben wurde eine Fördermaschine, ein Haspel und zwei Wasserpumpen.

3) Nach der in New-York erscheinenden Zeitschrift „Der Techniker" No. 1 1886, S. 9. (Daselbst werden bereits sehr specielle Angaben in Zahlen gemacht).

§. 50.

III. Gepresstes Wasser [1]).

Die Verwendung des Wassers zu Fernbetrieben datirt von der Mitte des 18. Jahrhunderts, wo man die Wassersäulenmaschine zuerst (1749, S. 673, durch Hull) in zweckmässige Verbindung mit Pumpwerken zum Fördern von Wasser oder Salzsoole zu bringen verstand und worüber sich die neuesten geschichtlichen Angaben im gegenwärtigen Bande, S. 672—677, der Allgem. Maschinenlehre (nocheinmal gegenüber Bd. I, S. 429 etc.) zusammengestellt vorfinden.

Einen zweiten bedeutsamen Impuls erhielt die hydraulische Transmission durch den von Armstrong (1846) zuerst in Anwendung gebrachten Kraftsammler (Accumulator, Bd. I, S. 448 und Bd. IV, S. 42, Fig. 32).

Als dritte Periode der Verwendung des hydraulischen Fernbetriebes kann man die Zeit bezeichnen, wo man anfing, denselben im Tunnel- und im (neueren) Berg-Baue unter Benutzung hochgespannten Wassers in Thätigkeit treten zu lassen. Der erste derartige grössere Versuch wurde 1877 beim Durchschlage des Sonnenstein-Tunnels (Bd. IV, S. 642) beim Arbeiten mit der Brandt'schen hydraulischen Gesteinbohrmaschine (von Gebrüder Sulzer in Winterthur ausgeführt) gemacht, welchem Versuche bald

1) Von selbstständigen (neueren) Werken verdient vor Allem auch hier die fleissige, mit reicher Literatur ausgestattete Arbeit der Herren Schellhaus und Krebs im IV. Bande (Erste Abthl.) des Handbuchs der Ing. Wissenschaften, S. 179 (§. 38) bis S. 194 (§. 42) genannt zu werden.

Nächstdem sind es specielle Abhandlungen etc. in folgenden Zeitschriften, welche besonders zu empfehlen sind:

1. The Hull Hydraulic Power Company. In der engl. Zeitschr. „Engineering", Jahrgang 1876, II, 279. Auch Dingler's P. J. Bd. 222 (1876), S. 280.
2. „On the supply of hydraulic power". Nach einem Vortrage in der Versammlung der British Association (zu Southport) gehalten und abgedruckt im Engineering vom 26. October 1883, pag. 379 etc.
3. Herrmann, Prof. in Aachen „Ueber den besten Motor für Förderungs-, Wasserhaltungs- u. Ventilationszwecke". (Eine mit 1500 Mark gekrönte Abhandlung). Im Auszuge in der „Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure", No. 48 vom 1. Decbr. 1883, S. 468 unter der Ueberschrift: „Unterirdischer Motor". Prof. Herrmann gelangt (nach kritischer Beurtheilung aller bisher bekannt gowordenen Fernbetriebe) zu dem Resultate, dass der beabsichtigte Zweck am besten unter Verwendung hochgepressten Wassers zu erreichen sei.
4. Herrmann, Prof. in Aachen „Ueber die beim Bergbaue anwendbaren Fernbetriebseinrichtungen". Zeitschr. d. V. d. I. August 1884, S. 601—603.
5. „The Hydraulic Distribution of Power" (high pressur water) der

andere im Gotthard-Tunnel und weiter im Arlberg-Tunnel[1]) mit gleich günstigen Ergebnissen folgten. Soweit Wissen und Erfahrungen des Verfassers der Allgem. Maschinenlehre reichen, hat sich kein europäisches Maschinenetablissement so grosse Verdienste um den hydraulischen Fernbetrieb unter Anwendung hochgepressten Wassers (unter Benutzung der Wassersäulenmaschine und wenn erforderlich, von Accumulatoren) gemacht und dabei so reiche Erfahrungen gesammelt, als die wiederholt genannte Firma der Gebrüder Sulzer in Winterthur. Der Verfasser wagte es daher, diese Herren (im August 1878) um einige gütige Mittheilungen aus deren reichem Erfahrungsgebiete zu ersuchen, eine Bitte, die ihm bereitwilligst gewährt wurde und woraus nachstehender Auszugsbericht entnommen ist.

„Zunächst wird erwähnt, dass die erste Anlage einer Wassertransmission auf grössere Entfernung (seitens der Herren Sulzer) Anfang der siebenziger Jahre in Thalweil bei den Herren Schmid & Hëer (jetzt Hëer & Co.) ausgeführt wurde. Es handelte sich hier um Erstellung einer neuen Dampfmaschine in dem am Bergabhange gelegenen Etablissement, sowie um Beschaffung des Wassers für Färberei, Druckerei und Wäscherei. Das Etablissement liegt circa 30 Meter über dem Niveau des Züricher Sees. Man legte nun eine Wassersäulenmaschine am Ufer des Sees an, welche frisches, reines Wasser dem See entnimmt und dasselbe ins Etablissement schafft, während das oben in theils beschmutztem, theils von der Condensation der Dampfmaschine erwärmtem Zustande gesammelte Wasser mittelst einer Pumpe wieder zur Wassersäulenmaschine am See als Triebmittel befördert wird. Das natürliche Gefälle wird also wieder nutzbar gemacht und die Pumpe oben im Fabrikgebäude hat nur dem Retourwasser so viel Drucküberschuss beizufügen, als zur Ueberwindung der Leitungswiderstände und der Reibungen in der Wassersäulenmaschine erforderlich ist. Bei dieser Art Wasserbeschaffung ist man bezüglich des Kraftaufwandes von der Niveaudifferenz insofern ganz unabhängig, als das Gefälle bei der Wassersäulenmaschine wieder voll zur Geltung kommt."

„Gleiche Anlagen wurden behufs Kühlwasser-Beschaffung für Eismaschinen resp. Beschaffung des Kühlwassers für Ammoniakcondensatoren Linde'scher Kühlmaschinen und Condensation des Dampfes der Betriebsmaschine, in den hoch gelegenen Brauereien von Hürlimann in Enge und Brauerei am Uetli-

London General Hydraulic Company. Engineering, p. 100, Augustnummer 1884 (Ellington's Vortrag etc.).

6. „The Public Supply of Hydraulic Power" Engineering vom 13. März 1885, p. 262, 299 und 325. (Ebenfalls nach Ellington etc.).

1) Zu dem was S. 642 über die betreffenden Arbeiten im Arlberg-Tunnel berichtet wurde, kann der Verfasser noch folgende ihm gütigst von der Firma Gebrüder Sulzer in Winterthur mitgetheilte Angabe fügen, welche folgendermaassen lautet:

„Auf der Westseite des Arlberg-Tunnels wurden in der Bohrperiode sekundlich 9 Liter Wasser mit 100 Atmosphären Druck gegen Schluss des Richtstollenbetriebes auf ca. 5 km Entfernung zum Betriebe von 4 Brandt'schen Bohrmaschinen entsandt. Der Verlust an Arbeit in den Röhren stellte sich bei dem sehr hohen Drucke verhältnissmässig sehr günstig, weil der Reibungsverlust in den Röhren beinahe unabhängig von der Höhe des Druckes ist".

berg in Windiken, beide bei Zürich, ausgeführt, bei denen das Abwasser mit natürlichem Gefälle und erhöhtem künstlichen Druck als Triebwasser verwendet wird. Der Totalnutzeffect dieser Anlagen kann durchschnittlich zu 65 % angenommen werden.

Die Entfernungen der Etablissements von den Wassersäulenmaschinen betragen in Thalweil ca. 450 m, bei Hürlimann ca. 100 m und in der Uetliberg-brauerei ca. 300 m.

Eine Wassertransmission wurde ferner ausgeführt für die Angle-Swiss-Milk-Comp. in Cham, Filiale Rickenbach bei Lindau. Die vom Etablissement ca. 200 m entfernte Schreinerei wird mittelst eines Wassermotors betrieben, dem das Wasser durch eine Pumpe vom Haupt-Etablissement unter 8 Atmosphären Druck zugeführt wird, während man das Abwasser des Motors durch eine Retourleitung stets wieder ableitet. Diese Anlage arbeitet mit ca. 64 % Nutzeffect. In Verbindung mit Brandt'schen Bohrmaschinenanlagen wurden Wassersäulenmaschinen zur Hebung von Grubenwasser sowie des Abwassers der Bohrmaschinen ausgeführt.

Die Wasserhaltungen mit theils künstlicher, theils natürlicher Druckwassersäule haben den grossen Vortheil, dass alle und jede schwerfälligen Gestänge beseitigt und die Wassersäulenmaschinen an den Enden vielfach gewundener Stollen beliebig aufgestellt werden können, wohin mit Gestängen oder Drahtseilen nur sehr schwer zu gelangen wäre. Sehr oft werden solche Anlagen ausgeführt in Verbindung mit bestehenden Wasserhaltungen, indem ein Theil des Förderwassers derselben zum Betriebe von Wassersäulenmaschinen in entlegenen Gallerien und Schächten verwendet wird. Das als Triebwasser dienende Förderwasser wird gleichzeitig mit dem aus dem entfernt gelegenen Sumpf gehobenen Wasser der Central-Wasserhaltungsmaschine zugeführt, und dort theils zu Tage gefördert, theils wieder als Triebwasser verwendet.

Auch bei diesen Anlagen mit künstlichen Triebwassersäulen beträgt der Totaleffect, Hochdruckpumpe und Wassersäulenmaschine mit attachirter Pumpe inbegriffen, 60 bis 70 %, exclusive Reibungsverluste in den Leitungen, die natürlich je nach Wahl des Calibers grösser oder kleiner gemacht werden können.

Vielfache Anwendung von Wassertransmission wurde in verschiedenen Bergwerken behufs Ventilation von Querschlägen, Versuchsstollen etc. etc. gemacht, indem man theils künstlich erzeugten Wasserdruck, theils Förderwasser vorhandener Wasserhaltungen zum Betriebe direct mit den Ventilatorachsen verbundener Turbinen verwandte. Solche Turbinen, die mit 50 Atmosphären Wasserdruck arbeiten und Hochdruck-Ventilatoren treiben, finden sich in Mansfeld, andere, die mit 20 bis 25 Atmosphären Wasserdruck arbeiten, in Eschweiler etc. etc.

Selbstverständlich wird in den betreffenden Fällen die Hubzahl der Wasserhaltungsmaschinen im Verhältniss des verbrauchten Aufschlagwassers vermehrt. Die Ventilatoren arbeiten, bezogen auf die Brutto-Wasserkraft, mit 30 bis 40 % Nutzeffect. Künstliche Wassersäulen haben wir wiederholt angewendet, zum Betriebe von Wasserstrahlpumpen zum Abteufen von Schächten, welche Wasserstrahlpumpen das Wasser dem Sumpf entnehmen, um es der

eigentlichen Wassersäulen-, resp. Wasserhaltungs-Anlage zuzufördern. Dieser compendiöse Apparat erspart das öftere Versetzen der Pumpensätze, indem er das Wasser, allerdings mit nur etwa 25 bis 30% Nutzeffect, auf 25 bis 30 m heben kann.

Eine beachtenswerthe, interessante, zur Wasserhaltung dienende Wassertransmission, einer Grubenpumpe in Verbindung mit einer Wassersäulenmaschine, wurde im Jahre 1878 in Sachsen von Gebrüder Sulzer für den Albertsschacht des Königl. Steinkohlenwerkes „Zauckerode“ construirt und ausgeführt.

Herr Professor Undeutsch an der Königl. Sächsischen Bergakademie in Freiberg verband die Veröffentlichung der betreffenden Zeichnung mit einer werthvollen Abhandlung (bei Vornahme geeigneter Versuche) unter Aufstellung mathematischer Theorien, Ermittelung der Wirkungsgrade etc. etc., welche im Nachstehenden (soweit es Zweck und Umfang der Allgemeinen Maschinenlehre gestatteten) von uns benutzt und (theilweis) wörtlich wiedergegeben wurde [1]).

Zum besseren Verständniss der constructiven Anordnungen schickte Prof. Undeutsch seinen speciellen Mittheilungen nachstehende zweckmässige Dispositionsskizze (Fig. 542) der ganzen Wasserhaltungsanlage voraus, welche durch nachstehende Bemerkungen sofort verständlich wird.

Die Betriebsdampfmaschine der ganzen Anlage ist mit *I* markirt, die mit der verlängerten Kolbenstange in Verbindung gesetzte Druckpumpe (auch Wasserpresse genannt) mit *(1)*, und der vorhandene Accumulator mit *2a*. Ferner bezeichnet *(2)* die (Wasser-)Druckleitung, *(3)* die im Schachte aufgestellte Brandt'sche Wassersäulenmaschine und *III* das untere zur Entfernung der Grubenwässer bestimmte Pumpwerk (die Grubenpumpe). *(3a)* und *IIIa* sind Rückleitungsröhren des Wassers, welches entweder ohne Weiteres auf den Stollen ablaufen, oder wieder in das Saugbassin der Pumpe gefördert werden kann, je nachdem man die in den Leitungsröhren *3a* und *IIIa* (durch kleine Kreise) angedeuteten Hähne beziehungsweise schliesst und öffnet.

Hierzu ist noch Folgendes zu bemerken. Der Accumulator *2a* steht mit der Druckleitung *2* nahe der Wasserpresse *(1)* in directer Verbindung und soll derselbe im vorliegenden Falle stets neben der in Thätigkeit befindlichen Wasserpresse functioniren; er soll im Allgemeinen in erster Linie natürliche Druckhöhe ersetzen, resp. einen specifischen Druck auf das Wasser der Druckleitung *(2)* erzeugen, sodann aber auch überschüssig gefördertes Druckwasser aufnehmen und je nach Bedarf an die (Brandt'sche) Wassersäulenmaschine *(3)* abgeben, um auf solche Weise den specifischen Druck möglichst constant zu halten. Endlich sollte aber der Accumulator auch als Sicherheitsventil dienen.

1) Der Herr Verfasser ertheilte hierzu gütigst die Erlaubniss.

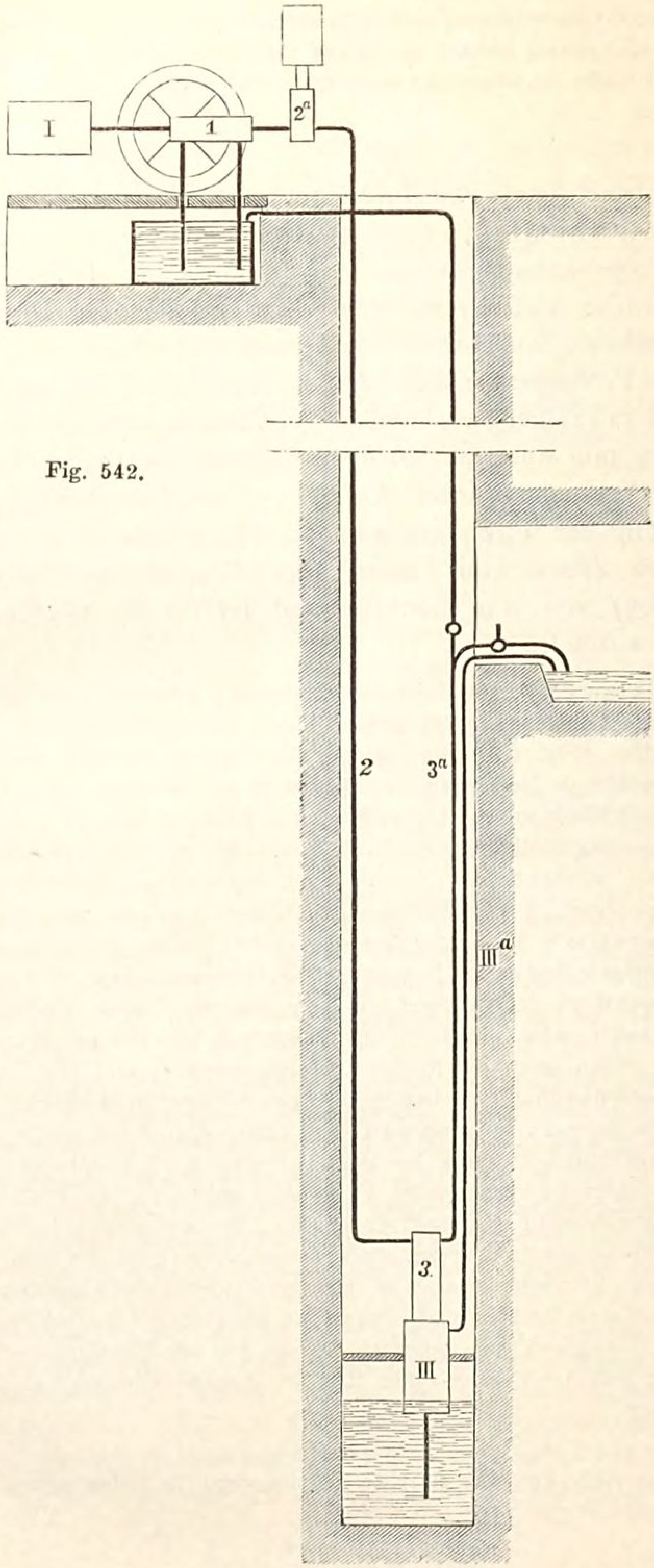
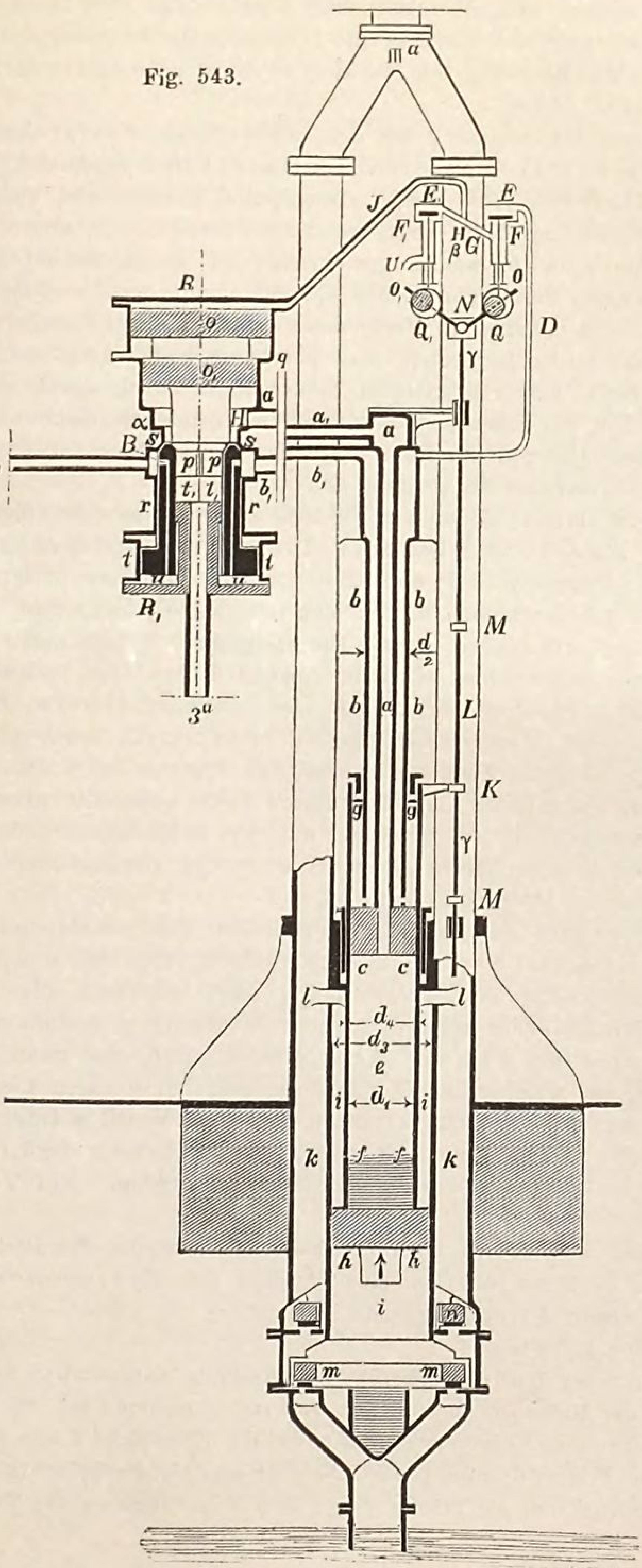


Fig. 542.

Fig. 543.


a
J
E
E
F
F
G
H
β
U
O
O
N
Q
Q
D
γ
R
o
o
q
a
α
H
B
S
S
p
p
a
b
t
i
b
r
r
t
t
u
u
R
3a
b
b
d
M
b
a
b
L
K
g
g
γ
M
c
c
l
l
d
d
e
i
d
i
k
f
f
k
h
h
i
n
m
m

Nach diesen zum übersichtlichen Verständniss des Werkes dienenden Erörterungen copirt der Verfasser die in unserer Quelle gelieferte Beschreibung und zwar unter Benutzung der von Herrn Professor Undeutsch beigegebenen Zeichnung (Fig. 543[1]).

Mit dem Buchstaben *c* ist der unbewegliche, feststehende Kolben einer Differenzial-Wassersäulenmaschine bezeichnet[2]), deren Treibcylinder *e* durch den Wasserdruck abwechselnd abwärts und aufwärts bewegt wird. Niedergang findet statt, wenn zwei feststehende, concentrisch eingebaute Röhren *a* und *b*, welche gemeinschaftlich an ihrem unteren Ende den Kolben *c* tragen, durch die Canäle a_1 und b_1 mit der Druckleitung *(2)* und ausserdem unter einander in Verbindung stehen, so dass Druckwasser durch *a* ein- und von *b* nach *a* übertreten, aber überhaupt kein Wasser austreten kann[3]).

Am Ende des Treibcylinder-Niederganges wird durch den bewegten Cylinder selbst die Steuerung α β der Wassersäulenmaschine umgestellt und zwar derartig, dass nur das Rohr *b* mit der Druckleitung *(2)*, das Rohr *a* aber mit dem Ausgussrohre *3a* communicirt.

Wie aus unserer Abbildung Fig. 543 zu entnehmen ist, dient der Treibcylinder *e* zugleich als Plungerkolben einer Differenzial-Pumpe (Kirchweger Pumpe, S. 367) und trägt derselbe an seinem untern Theile den zugehörigen Scheibenkolben *h*, der sich mit dem Cylinder *e* in dem Pumpencylinder *i* auf- und niederbewegt. Die Steigröhren *k*, vereinigen sich oberhalb der Wassersäulenmaschine zu einem einzigen Rohre III^a besitzen aber bei *l* Communication mit dem oberen Theile des Pumpencylinders, so dass die Pumpe (wie bei Kirchweger) einfach saugend, aber doppelt drückend wirkt. Beim Niedergange wird ein Theil des angesaugten Wassers durch das Steigrohr hinausgedrückt, ein anderer Theil aber durch *l* zum Uebertritt über den niedergehenden Scheibenkolben *h* genöthigt und erst beim folgenden Aufgange durch das Steigrohr hinausgehoben. Bemerkt zu werden verdient noch, dass *m* das Saug- und *n* das Druck-Ringventil ist.

Die Steuerung der wiederholt erwähnten Wassersäulenmaschine besteht aus einer Hauptsteuerung α (oben links in Fig. 543) und einer Hülfssteuerung β (ganz oben rechts in Fig. 543), von denen die letztere durch eine vom Treibcylinder regierte äussere Steuerung γ beeinflusst wird. Die Hauptsteuerung α ist eine Wasserdrucksteuerung und zwar folgender Art: Ein Kolben oo_1 welcher bei *O* einen grossen, bei *o* einen kleineren Durchmesser besitzt und an seinem untern Ende ein Ventil *p* trägt, kann — je nachdem über *O* im Raume *R* Druck- oder Abwasser befindlich ist — im Steuercylinder *q* nieder- oder aufwärtsbewegt werden. Ein Ventil *p* findet

1) Man sehe hierzu auch die kaiserlich deutsche Patentschrift Nr. 6999 (datirt vom 19. März 1879) auf eine „Pumpe mit Hydromotor". Das Patent ist ertheilt Herrn Alfred Brandt in Hamburg.

2) Note 3, Seite 644.

3) Professor Undeutsch fügt hier folgende nothwendige Bemerkung bei: „Da der Kolben *c* unwandelbar fest steht, kommen für die Bewegung des Treibcylinders *e* nur die Wasserdrücke auf die Kreisfläche *f* und die ringförmige Fläche *g* in Frage; da aber die Fläche *f* grösser als die Fläche *g* ist, so erzeugt der Wasserdruck auf die Fläche *(f—g)* den Niedergang des Treibcylinders *e*.

seinen Sitz im Körper *r*, während *r* selbst auf- und abbewegbar ist und bei *SS* ein Ventil bildet, welches im Steuercylinder *q* seinen Sitz hat. Führung und Abdichtung findet der Körper *r* bei *t* und t_1. Die Abwärtsbewegung des Körpers *r* erfolgt unter Berührung des Ventils *p* mit *r* durch von oben nach unten gerichteten resultirenden Wasserdruck. Die Aufwärtsbewegung erhält der Körper *r* aber durch aufwärts gerichteten Wasserdruck dadurch, dass das Druckwasser, (welches durch in dem Körper *r* befindliche Bohrungen *u* stets mit dem Raume R_1 unter *r* in Communication steht) den erforderlichen Ueberdruck hervorbringt.

Die Hülfssteuerung β der Wassersäulenmaschine sorgt sowohl für den Eintritt des Druckwassers in den Raum *R* über den Kolben *O*, als auch für den Austritt des Abwassers aus demselben.

Durch die Leitung *(2)* (links in Fig. 543) gelangt das Druckwasser jederzeit in einen ringförmigen Raum *B* und weiter in die Röhre *b*, weshalb bei *C* des Kraftwasser für die Hauptsteuerung α mittelst einer Röhre *D* und über ein Ventil *E* (oben in Fig. 543) geführt werden kann. Wird nun *E* (wie später zu beschreiben ist) durch die äussere Steuerung γ zwangsweise von seinem Sitze *F* gehoben und das Ventil E_1 gleichzeitig bei F_1 zum Abschluss gebracht, so wird das Druckwasser durch *G* in den Raum *H* strömen, das Ventil *E* fest auf seinen Sitz *P* pressen und selbst durch die Röhre *I* in den Raum *R* über den Kolben *O* gelangen.

Die Kolben *o* und o_1 sammt dem Ventile *p* werden abwärts bewegt, *p* wird in seinen Sitz auf *r* gepresst und bei der Fortsetzung der Bewegung der Körper *r* mit oo_1 *p* in die tiefste Position getrieben.

Ist damit das Ventil *s* des Körpers *r* von seinem Sitze entfernt, so ist dem Druckwasser nunmehr auch der Zutritt in den Raum R^1 und in das Rohr *a* gestattet worden. Hierdurch sind aber *a* und *b* untereinander und auch mit der Druckwasserleitung *(2_1 B)* in Verbindung gebracht, so dass der Niedergang des Treibcylinders *e* stattfindet.

Um den Aufgang des Treibcylinders *e* einleuchtend zu machen, sind einleitende Bemerkungen erforderlich.

Der gedachte Cylinder *e* trägt an seinem Kopfe eine sogenannte Nase *K*, welche bei Beendigung des Niederganges die Steuerstange *L* der äusseren Steuerung γ bei *M* erfasst und niederzieht. Mit *L* sinkt aber auch der Bolzen *N* (oben rechts in Fig. 543), welcher die Hebel *O* und O_1 drehbar trägt. *O* greift verschiebbar in ein in der Drehebene liegendes Loch der Achse *Q*, so wie *O* in gleicher Weise in ein Loch der Achse O_1 so dass beim Sinken von *N* die Hebel *O* und O_1 die Achsen *Q* und Q_1 verdrehen und Ursache an der Umsteuerung der Ventile *E* und E_1 werden. Beim Sinken von *L*, beziehungsweise bei der Verdrehung der Achsen weicht nämlich ein in unserer Abbildung nur angedeutetes Excentrik *OQ* nach links zur Seite und veranlasst mittelst einer geeigneten Stange das Sinken des Ventiles *E*, während ein zweites solches Excentrik O_1Q_1 in gleicher Weise ein Aufheben des Ventiles E_1 [1]).

1) Auf der unserer Quelle beigegebenen Tafel IV ist (in Fig. 9) dieser ganze Steuermechanismus mit den Excentriks *OQ* und O_1Q_1 nebst den erforderlichen Stangen etc. in grösserem Maassstabe gezeichnet zu finden.

Hiernach stellt das letztere Ventil (E_1) die Communication zwischen dem Ausgussrohre U, dem Raume H, der Röhre J und dem Raume R über dem Kolben o her, während das Ventil E durch das Druckwasser stark auf seinen Sitz F gepresst wird. Durch die Beseitigung des Druckes in R hebt der Ueberdruck im Raume R_1 den Kolben oo_1 sowie das Ventil p in die höchste Position und der Körper r wird durch den Ueberdruck des Druckwassers in R_1 von unten nach oben geschoben und an seinen Sitz s gepresst. Durch letzteren Umstand wird das Rohr a von der Druckleitung abgeschlossen und kann das Druckwasser nur noch in das Rohr b eintreten; durch ersteren Umstand und durch schliessliche Mitwirkung des Abwassers aber wird das Ventil p gehoben und a mit dem Austragsrohre 3^a in Verbindung gebracht, so dass das Abwasser entweichen und der Treibcylinder e den Aufgang beginnen kann.

Bei der Beendigung des letzteren stösst die am Treibcylinder befindliche Nase K an die Knagge M_1 der Steuerstange L und hebt die Nase K, ferner die letztere Stange sowie den Bolzen N, wodurch die Hebel O und O_1, die Achsen Q und Q_1 und damit der Excentriks $O\,Q$ und $O_1\,Q_1$, deren Stangen und endlich die Ventile E und E_1 wieder umgesteuert werden und der Niedergang des Treibcylinders e stattfinden kann.

Leider enthält unsere Quelle keine Angaben über die Dimensionen der Dampfmaschine, so dass wir nur Maasse der Wassersäulenmaschine und Pumpe angeben können, welche (mit Bezug auf die in Fig. 543 markirten Buchstaben) folgende sind:

Des Treibcylinders (e) innerer Durchmesser . . .	d_1	$= 0{,}085$ m
„ „ (e) äusserer „ . . .	d_4	$= 0{,}130$ m
„ Pumpencylinders (i) „ „ . . .	d_3	$= 0{,}183$ m
Der äussere Durchmesser der Röhre b	d_2	$= 0{,}060$ m.

Der Betrieb der gesammten Anlage, bei 52 Spielen der Wasserpresse pro Minute und bei 60 Atmosphären mittleren Wasserdruck in der Druckleitung, liess erkennen, dass die Wassersäulenmaschine und Grubenpumpe ohne auffällige Stösse beim Niedergange etwas schneller als beim Aufgange arbeitete.

Der Wirkungsgrad $= \eta_1$ der Wassersäulenmaschine und der mit ihr verbundenen Grubenpumpe ergab sich durch Versuche zu $\eta_1 = 0{,}5708$.

Der Wirkungsgrad $= \eta_2$ der Wassersäulenmaschine allein zu $\eta_2 = 0{,}7152$,
„ „ $= \eta_3$ „ Grubenpumpe für sich allein zu $\eta_3 = 0{,}80$.

Nach Abfassung vorstehender Erörterungen, die Wassertransmission etc. im Albertschachte betreffend, wurde dem Verfasser der Allgem. Maschinenlehre bekannt, dass die Herren Gebrüder Sulzer ihr Wasserförderungswerk mittelst hydraulischer Transmission, unter dem Namen „hydraulische Schachtpumpe“, nicht nur in eine einfachere Form gebracht, sondern auch derartig angeordnet hätten, dass bei Betriebsdrücken bis zu 150 Atmosphären der Gang der Maschine immer noch ein sehr guter sein soll. Ferner wurde berichtet, dass sich diese (neue) Maschine auch in allen Fällen vortheilhaft zeigte, wo es sich darum handelt, grössere Wassermengen aus weiten Entfernungen herbeizuschaffen.

Die Wassertransmission erfordert dabei nur einen einfachen Rohrstrang, der zugleich mit der Steigleitung und unterirdisch gelegt werden kann, so dass die Möglichkeit gegeben ist, die Kraft von einer Centralstelle zu entnehmen, wodurch man Pumpen mit eigenem Betriebe erspart.

Diese interessanten und werthvollen Angaben waren Veranlassung, dass der Verfasser die Herren Gebrüder Sulzer sowohl um betreffende Durch-

Fig. 544.

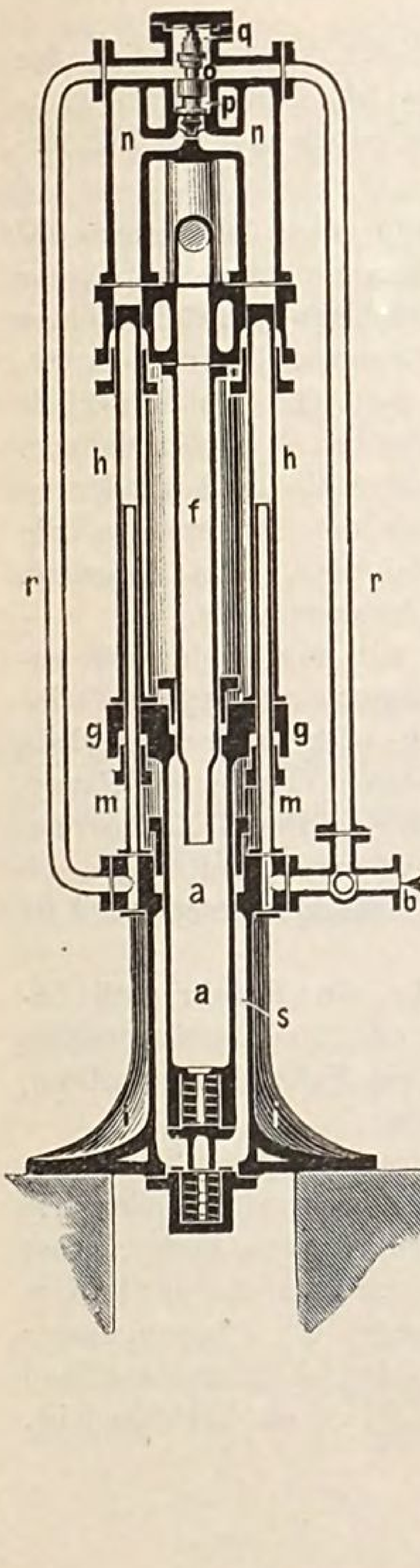


Fig. 545.

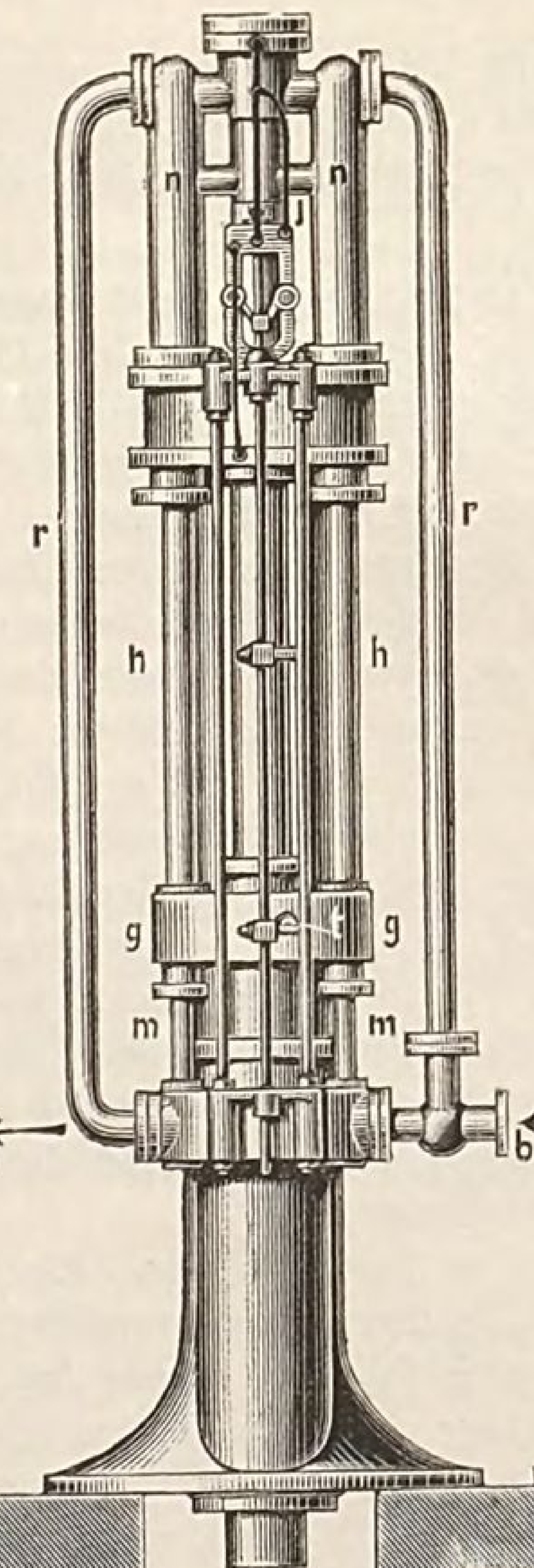
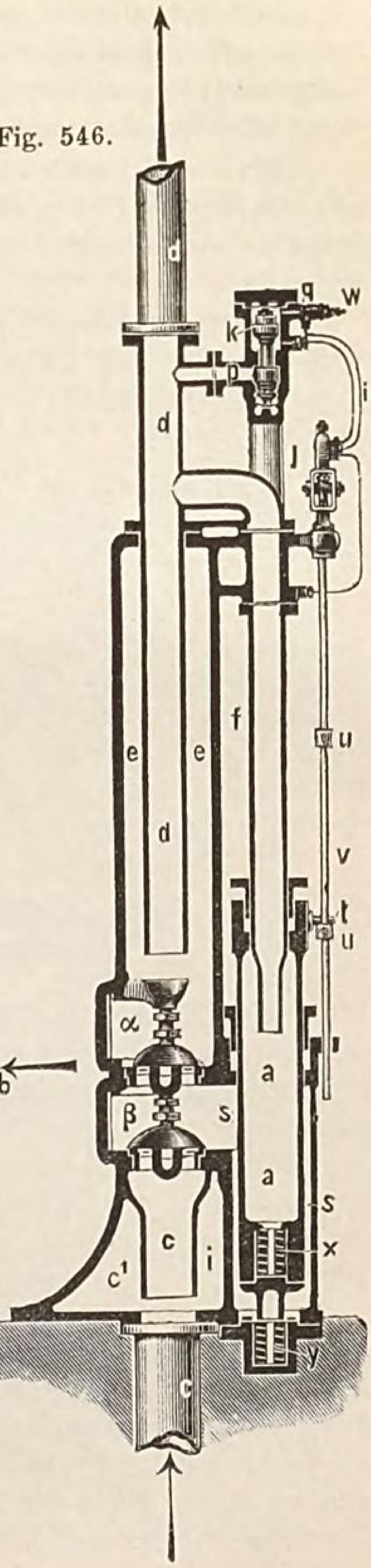


Fig. 546.



schnittszeichnungen als auch um erläuternde Beschreibungen ihrer vereinfachten hydraulischen Schachtpumpe mit Wassersäulenmaschine für sein Buch bat, welche Bitte auch in liebenswürdigster Weise erfüllt wurde.

Indem der Verfasser hiermit den Gebern öffentlich seinen besten Dank ausspricht, bemerkt er, dass die nachstehenden Figuren 544—546 das neue Constructionswerk darstellen und die gütig gesandte Beschreibung folgende ist:

Der nach abwärts gerichtete Pumpenplunger *aa* ist mittelst eines Querhauptes mit den aufwärts gerichteten Triebplungerkolben fest verbunden. Der Differencialplunger *f* der Pumpe und die Differencialplunger *mm* der Wassersäulenmaschine sind unbeweglich (fest).

Ebenso sind auch die Pumpencylinder *s* und die Triebwassercylinder *nn* (oben in Figur 544 und 545 sichtbar) fest und mittelst dem Druckwindkesselkörper *ee* und zwar durch aussen angebrachte Zugstangen unter einander verbunden.

Das Druckwasser tritt bei *b* ein und communicirt durch das eine der Rohre *rr* und dem Raume *o* des Hauptsteuerkörpers mit dem anderen (jenseits) gelegenen Rohre *r* und den beiden Differenzialkolben *mm* der Wassersäulenmaschine.

Der Raum *aa* des Pumpenplungers steht dauernd unter dem Drucke der Fördermaschinenwassersäule, wie andererseits die Plungerkolbenräume *hh* der Wassersäulenmaschine stets unter dem Drucke der Aufschlagwassersäule stehen.

Der Pumpencylinder *ss* steht, weil zwischen Saugventil β und Druckventil α mündend, bald mit der Saugwassersäule *c*, resp. mit dem Saugwindkessel *ii*, bald mit der Druckwassersäule der Steigröhre *d* in Verbindung. Andererseits communiciren bei der Wassersäulenmaschine die Treibcylinder *nn* (oben Fig. 544) einmal mit dem Druckwasser durch die Steuerung *o*, die Röhre *r* und durch die Zuleitung *b*, ein anderes Mal aber, beim Aufgange, durch die Steuerung und dem Canale *p* mit der Förderwassersäule.

Die Hauptsteuerung *op*, eine Ventilsteuerung mit zwei ineinander geschachtelten gegen einander laufenden Ventilen im Raume *q* (Fig. 544), wird mittelst der Hülfssteuerung *i* (?) bald mit dem Druck- oder Triebwasser, bald mit dem Förderwasser in Verbindung gebracht, wodurch Ventile der Hauptsteuerung zum Auf- und Niedergange gezwungen werden. Die Hülfssteuerung wird durch den Mitnehmerstift *t* des Querhauptes *gg* und durch die Knaggen *uu* (Fig. 546), die an der Stange *v* verstellbar sind, in Thätigkeit gesetzt und ist übrigens ebenfalls eine Ventilsteuerung.

Mit dem Buchstaben *w* (oben in Fig. 546) ist ein Regulirventil bezeichnet, mittelst welchem die Umsteuerung verzögert oder beschleunigt werden kann und wodurch man gleichfalls im Stande ist, die Hubzahl zu variiren, ohne dass das Aufschlagwasser gedrosselt werden muss.

Ausser dem Vortheile, den die Wassersäulenmaschine durch ihre compendiöse, gedrängte Form beim Abteufen von Schächten gewährt (indem sie einfach an einer Kette aufgehängt wird), hat sie den grossen Vorzug, dass alle Kolbenliederungen von aussen zugänglich sind und während des Hanges angezogen werden können. Ferner sind die Liederungen der Pumpenplunger alle am oberen Ende der Plunger, bezw. der Cylinder befindlich, so dass Sand der Grubenwässer stets von denselben abfällt, was nicht zu unterschätzen ist.

Nur die Liederungen der Treibcylinder sind abwärts gerichtet, in welcher Beziehung jedoch anzunehmen ist, dass als Aufschlagwasser stets in Sümpfen gestandenes, abgeklärtes Wasser verwendet werden kann.

Noch ist zu erwähnen, dass in dem Pumpencylinder und dem Pumpenplunger Buffer angebracht sind, die für den Fall eines Rohrbruches das harte Aufschlagen der Kolben verhüten sollen.

Durch die gesammten vorstehenden Mittheilungen, welche der Verfasser den Herren Gebrüder Sulzer verdankt, wird zugleich ein Urtheil des Herrn Professor Riedler bestätigt, welches sich S. 6 seiner illustrirten Abhandlung über die Brandt'sche hydraulische Gesteinsbohrmaschine (S. 642, Note 1) vorfindet und in den Hauptsätzen also lautet:

„Durch die Verwendung hochgespannten Wassers als Betriebskraft unterirdischer Maschinen sind die schwerwiegenden Nachtheile der Anwendung comprimirter Luft vermieden und eine Reihe directer Vorteile erzielt, die nicht verfehlen, auf Einfachheit, Billigkeit und rationelle Wirkung entscheidenden Einfluss zu nehmen. Nachdem durch die Detail-Construction der Brandt'schen Maschine erwiesen ist, dass die hydraulische Transmission keinerlei Schwierigkeiten in der Verwendung bietet, so ist mit Rücksicht auf den Umstand, dass Wasser unter hohem Drucke seine Beschaffenheit nicht ändert und die Verhältnisse der Kraftübertragung durch die hydraulische Transmission nahezu dieselben bleiben wie unter niedrigem Drucke — eine noch weitere Steigerung des Betriebsdruckes nicht nur leicht möglich, sondern würde sogar entschiedene Vortheile darbieten."

Im Schlussparagraphen (§. 53) dieses Bandes (Vergleich und Wahl unter den verschiedenen Fernbetrieben) kommen wir auf letzteren Gegenstand selbstverständlich zurück.

§. 51.

Drahtseile.

Der ältere geschichtliche Theil des Fernbetriebes durch Drahtseile dürfte für gegenwärtige Zwecke durch den Inhalt des §. 47 als erschöpft zu bezeichnen sein, so dass nur noch neuere Geschichte, Mittheilungen, Nachrichten und Erörterungen verbleiben, welche sich auf die Gegenwart und auf betreffende Literaturangaben beziehen [1]).

1) Literatur:

a) Moll & Reuleaux in ihrem Werke: „Constructionslehre für den Maschinenbau". Braunschweig 1854, S. 623 unter der Ueberschrift: „Der Hirn'sche Drahtseilbetrieb". (Die erste nach Inhalt und Umfang beachtenswerthe Arbeit ihrer Art.)

b) Adolph Hirn, „Note sur les Transmissions de Force au moyen de cables metalliques". Bulletin de la Soc. d'encouragement 57 Anné (1858), pag. 37 etc.

c) Martin Stein (Dollfus u. Andere), Verschiedene praktische Regeln, Erfahrungen, die Drahtseiltransmission betreffend. Bulletin de la Soc. de Muhlhouse. Tome XXVIII (1857), pag. 334—340 und Tome XXIX (1858), pag. 163.

Von werthvollen Mittheilungen glaubt der Verfasser die Thatsache obenan stellen zu müssen, dass sich insbesondere alle Drahtseiltransmissionen, welche von **Winterthur** ausgingen, als, nach Construction und Ausführung, gleich hoch zu stellende Werke der rationellen Maschinenmechanik, in ausgezeichneter Weise während eines Zeitraumes von mehr als 20 Jahren bewährt haben.

d) Autenheimer, „Zur Theorie der Transmission vermittelst endloser Riemen und Seile". Programm der Gewerbeschule zu Basel 1860/61. (Auch abgedruckt in der Zeitschrift des Arch.- und Ing.-Vereins für Hannover, Jahrg. 1862, S. 361.)

e) Werner, „Drahtseile für Vertikalleitungen in saigern Schächten etc." Zeitschrift f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen Bd. XIV, S. 72, und daraus in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ing. Jahrg. 1866, S. 731.

f) Guilleaume (in Köln), „Ueber Drahtseilbetrieb". Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1870 (Bd. 14), S. 35.

g) Kronauer, „Die Turbinenanlage und Drahtseiltransmission der Wasserwerkgesellschaft in Schaffhausen". Schweiz. Polytechn. Zeitschrift 1869 und daraus in Uhland's Maschinenconstructeur Jahrg. 1870, S. 145—209.

h) Kögel, „Ueber Drahtseil-Transmissionen". Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt. Jahrgang 1873, S. 53. Hier werden auch die Versuche von Leloutre & Zuber über Arbeitsverluste bei Drahtseiltransmissionen besprochen, die im Bd. 7, S. 462 des Civil-Ingenieurs (Jahrgang 1861) ausführlich mitgetheilt wurden.

i) Resal, „Théorie de la transmission par cables". Comptes rendus 1874. T. 79. pag. 421.

k) Gstöttner, „Ueber Drahtseiltransmissionen (in Schaffhausen und Freiburg)". Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen 1875, S. 47 etc.

l) Achard, „De la Transmission et de la Distribution des forces motrices a grande distance". Paris 1876. Besonderer mit Zusätzen begleiteter Abdruck aus den „Annales des Mines", Tome VI, VII und VIII, 7. Serie.

m) Grove, „Die Ermittelung der Seilsenkungen beim Drahtseilbetriebe". Mitth. des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1876, S. 201. Hier wird zum ersten Male (im Gegensatze zu dem nur beim Riemenbetriebe gültigen Poncelet'schen Satze, „dass die Spannung im Zustande der Ruhe das arithmetische Mittel der Spannungen im Arbeitszustande beträgt") die Seilsenkungsfrage allgemein und richtig behandelt!

n) Keller, „Berechnung und Construction der Triebwerke". Zweite Auflage. München 1881. Abschnitt VIII, Seiltransmission, p. 248—307.

o) Leloutre, „Transmission à courroies, cordes, cables etc." Paris 1884, Verlag von Bernard Tignol. Das Capitel IV dieses mit „transmissions télédynamiques par câbles en fil de fer" überschriebenen Buches berichtet ausführlich über die unter dem Buchstaben h erwähnten Versuche, die von Leloutre 1864 in Oberursel ausgeführt wurden, unter Beifügung betreffender mathematischer Theorien. Die Resultate stimmen im Allgemeinen mit den Versuchen Ziegler's (S. 750, Note 2) überein.

p) Reuleaux, „Der Constructeur". Vierte Auflage. Braunschweig 1885, S. 725 (Drahtseile) etc. etc.

Während hinsichtlich Mühlhausener Ausführungen (von Stein etc.) auf die unter dem Buchstaben c auf voriger Seite angegebenen literarischen Quellen verwiesen werden muss, ergänzt der Verfasser die der Winterthurer Fabrik von J. J. Rieter & Co. (Ziegler) durch nachstehende Bemerkungen und Erörterungen, wobei er zu erwähnen für erforderlich hält, dass er im Jahre 1877 nacheinander erst die grossartigen Seiltransmissionen der Schweiz, Schaffhausen und Freiburg, sowie unmittelbar nachher die von Bellegarde (franz. Departement Ain) und 9 Jahre später (1886) die Drahtseiltransmissionen des schweizerischen Militär-Etablissement in Thun zu besichtigen und zu studiren Gelegenheit fand. Noch im Jahre 1877 wurde, wie bereits erwähnt, der Construction und Ausführung der genannten Werke nur Lob und Anerkennung gespendet und selbst noch in diesem Jahre (1887) während meines Besuches der Schweiz die Versicherung ertheilt, dass sich beim ersten der drei grössten Werke, dem in Schaffhausen, seit 10 Jahren (also seit 1877), soweit es die Anlage selbst betrifft, allerdings Einiges geändert habe [1]). Anders sei dies in Bezug auf den Betrieb, hinsichtlich welchem das Schaffhausener Werk manche Missstände gezeigt habe, die jedoch weniger auf Rechnung des Constructeurs fallen, als vielmehr von besonderen Zuständen und Anordnungen abhingen.

Zunächst wird von glaubwürdiger Autorität zugestanden, dass die Schaffhausener Drahtseiltransmission in den ersten Jahren ihres Bestehens sehr schlecht besorgt wurde, dass man namentlich die Seile nicht rechtzeitig ausbesserte, sondern laufen liess, bis sie rissen. Sodann wirkte der Umstand nachtheilig, dass die Grösse der auf das rechte Rheinufer übergetragenen und dort vertheilten Arbeit ursprünglich nur auf 450 Maschinenpferde berechnet war, während jetzt (und zwar nach Abzug der unvermeidlichen Verluste) diese Zahl auf 550 MP. gestiegen ist.

Diese und andere Uebelstände (auch wohl solche, die in der unrichtigen oder doch nicht hinreichenden Wartung und Pflege des ganzen Maschinenwerkes und seiner Theile ihre Ursache fanden) sind es wahrscheinlich auch gewesen, dass man die Anwendung von Differenzialgetrieben (ausschliesslich bei der Schaffhausener Anlage ausgeführt) später (hin und wieder) für überflüssig erklärte [2]), obwohl sie lange Zeit gute Dienste leisteten, ihre Aufgabe tadellos lösten, d. h. bewirkten, dass die stets vorkommenden Ungleichheiten in den Spannungen der beiden Drahtseile (welche die von den Tur-

1) Eine zu spät erhaltene Nachricht machte die am Ende dieses Buches, unter der Ueberschrift „Berichtigungen", notirten Angaben, zu Seite 779 erforderlich.

2) Das zur Zeit im Turbinenhause b Tafel II, Fig. 1 noch bestehende Differenzialgetriebe ist in folgender Fig. 547 (dem grossen Rieter'schen photographischen Werke entnommen) in $^1/_{40}$ wahrer Grösse gezeichnet. Die zwei Drahtseilscheiben aa von je 4,50 m Durchmesser sind nicht direct auf der Horizontalwelle ww, sondern auf den langen Naben cc zweier gusseiserner conischer Räder dd mittelst Keilen $\beta\beta$ befestigt, welche Räder sich ihrerseits lose um die Welltheile bb drehen können. Weiter stehen die Räder dd mit zwei anderen ganz gleichen solchen Rädern ff im Eingriffe, die um die Zapfen gg eines starken gusseisernen Kreuzkopfes hi laufen können, der mit seiner Nabe h (mittelst prismatischen Keilen $\alpha\alpha$) auf den Welltheil bb festgekeilt ist. Ein nach-

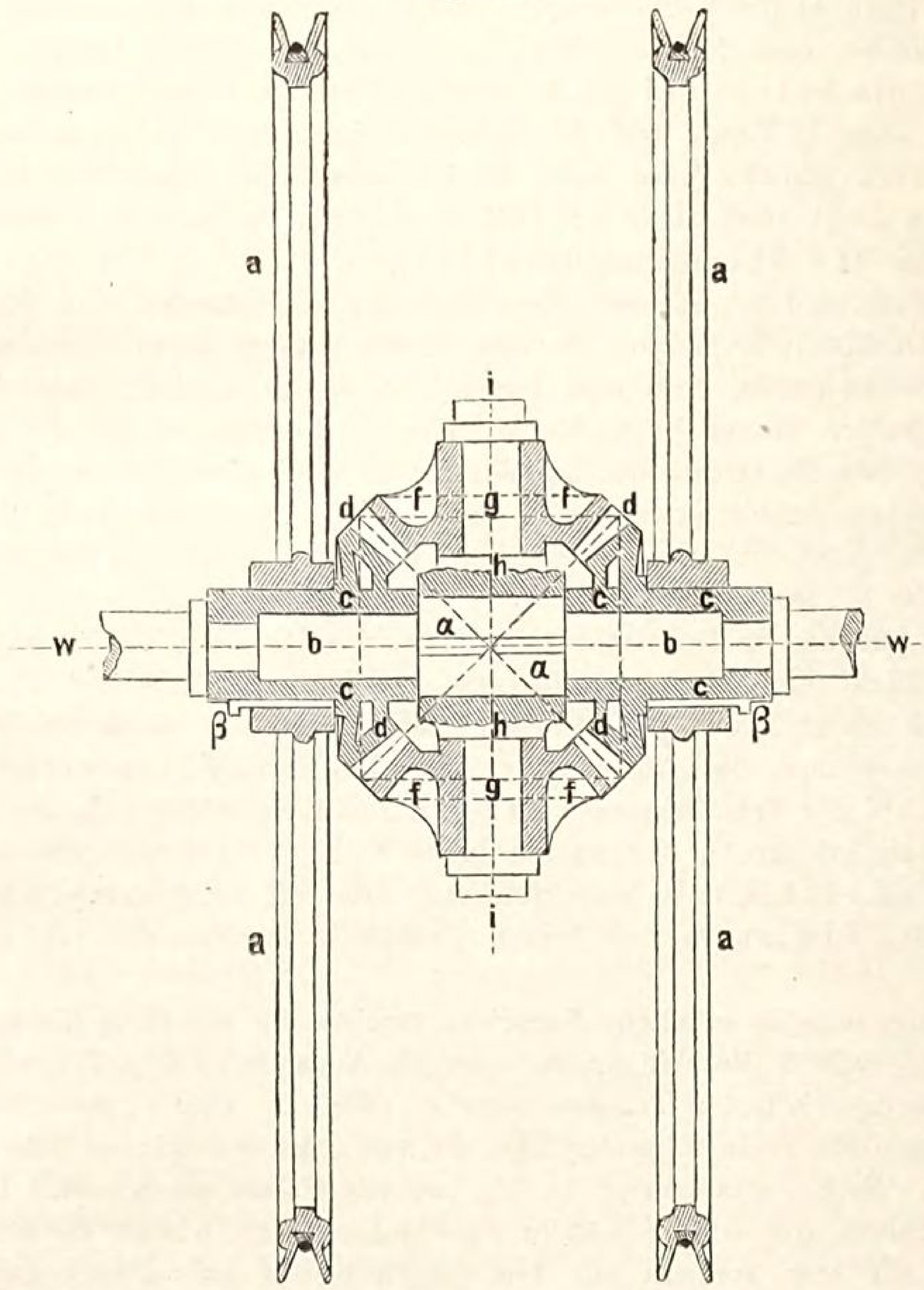
binen entwickelten mechanischen Arbeiten vom linken Rheinufer [Tafel I, Fig. 1] auf das rechte Ufer übertrugen) durch die ermöglichte Geschwindigkeitsdifferenz der Seilscheiben ausgeglichen wurden.

Nach und nach (wie alles Irdische keine ewige Dauer hat) wurden freilich die Seile schlaffer, besassen nur noch so geringe Spannung, dass sie

träglich nicht mehr zu ändernder Zeichenfehler, in Fig. 547 ist der, dass die Welle *baab* nicht eingedreht, somit geschwächt, sondern fortlaufend cylindrisch ist, also *bb* und *aa* gleiche Durchmesser haben.

Da nun, wie bereits erwähnt, das Differenzialgetriebe *ff* mit seinem Kreuzkopfe *hgi* fest auf der Welle *wb, bw* sitzt, die links und rechts davon befind-

Fig. 547.



lichen Seilscheiben aber mit ihren conischen Rädern *dd* sich lose auf der Welle *wb* befinden, so erfolgt bei ungleicher Spannung in den beiden Treibseilen und bei nicht genau gleichem Durchmesser der Seilscheiben-Fütterungen, eine additionelle Drehung der einen oder anderen Scheibe auf der Welle selbst (durch

kaum mehr im Stande waren, die ihnen zugemuthete (überdies grössere) Arbeit zu übertragen. Dass auf diese Weise starke Störungen im Gange der Seile entstehen mussten, war selbstverständlich, indem die Differenzialgetriebe nicht mehr im Stande waren, die an und für sich zu geringe Seilspannung auszugleichen, das Einschlagen der Seile zu viel Mühe machte u. d. m. Wahrscheinlich hätte man schon Besseres erzeugen können, hätte man grössere Tourenzahlen für die Seilscheiben gewählt, da die ursprüngliche Seilgeschwindigkeit nur 18,84 m pro Secunde betrug und leicht, ohne irgend welchen Nachtheil, bis auf 24 m pro Secunde hätte gesteigert werden können.

Ohne die Differenzialgetriebe an und für sich in Schutz nehmen zu wollen, da den Sachverständigen deren schwache Seiten wohl bekannt sind, auch die Herren Ziegler (Rieter) bei allen späteren grösseren Seilbetrieben auf grosse Entfernungen die Verwendung der Differenzialgetriebe unterliessen, — so muss man doch dem gewiss nicht ungerechten Schlusse beistimmen, dass wenn man an einer auf bestimmte Daten gegründeten Anlage einseitige Aenderungen trifft, die nachher im Betriebe Nachtheile mit sich bringen, offenbar der Constructeur nicht ohne Weiteres dafür verantwortlich gemacht werden kann!

Thatsache ist es, dass gegenwärtig bei der Schaffhausener Drahtseiltransmission ein Differenzialtriebwerk nur noch im Turbinenhause (*b*, Fig. 1, Tafel II) besteht, alle übrigen (auf den Wechselstationspfeilern) aber entfernt und durch eigenthümliche Anordnung zweier von einander unabhängiger Seilbetriebe ersetzt wurden, wovon das eine System eine Arbeit von ca. 400 Maschinenpferden, das andere etwas über 100 Maschinenpferde zu übertragen hat.

Leider konnte nach dieser Abänderung die ganze constructive Anordnung nicht mehr als richtig bezeichnet werden, da namentlich die Seilscheibendurchmesser beibehalten, die Seildicken aber vergrössert werden mussten, ihre Dicken (Durchmesser) jetzt 35 mm, statt ursprünglich 27 mm betragen u. d. m.

Alles Vorstehende zusammengefasst, kann es der Schaffhausener Wasserwerkgesellschaft nicht verdacht werden, wenn sie, durch die grossen Lobeserhebungen über in allerjüngster Zeit in Betrieb gesetzter Elektrischer Fernbetriebe veranlasst, zu der Absicht gelangt ist, die ganze jetzige Drahtseil-Transmissionsanlage durch elektrischen Betrieb zu ersetzen und zwar um so mehr, als dieses Vorhaben noch durch den Wunsch bestärkt wird, dass sich an die derzeitigen Drahtseil-Transmissionen einige sehr lange Oel- und Kraftfressende Welltransmissionen anschliessen, welche durch elektrische Transmission ebenfalls überflüssig werden würden[1]).

Hinsichtlich der grossen Drahtseiltransmissionen in Freiburg und Bellegarde (S. 753 und S. 755) wurde dem Verfasser (unter dem 16. Juli 1887) be-

Ausgleichung des Differenzialgetriebes), resp. dann auch ein stärkeres oder schwächeres Anspannen des einen oder anderen Seiles, wodurch gleichfalls sanfte Seilschwingungen in vertikaler Richtung entstehen, die übrigens von keinem nachtheiligen Einflusse sind, sobald die Differenzialgetriebe regelmässig arbeiten. Ist letzteres zufolge unaufmerksamer Wartung und Pflege, namentlich wenn überdies mit der Zeit natürliche Abnutzungen unbeachtet bleiben, nicht der Fall, so veranlasst dies einen mehr oder weniger unruhigen Gang der Seile und kann zu Seilbrüchen und zu anderen Uebelständen führen.

1) Auf Tafel II sind für den gegenwärtigen Zustand des Schaffhausener

richtet, dass zwar diese Werke sich im ununterbrochenen Betriebe vorhanden, jedoch an beiden Orten, viel zu viel Arbeitskräfte disponibel sind, um gute Rentabilitäten erwarten zu können. Unvorhergesehene Conjuncturen, fehlerhafte Speculationen und andere Dinge, die mit Construction und Ausführung der Werke in keinerlei Zusammenhange stehen, tragen die Schuld hiervon.

Den bereits erwähnten Drahtseilbetrieb des schweizerischen eidgenössischen Militär-Patronen-, Gewehr- und Geschütz-Projektil- etc. -Werkes in Thun, mit Turbinen durch Aufschlagwasser des aufgestauten Aare-Flusses betrieben, konnte der Verfasser im Sommer (am 15. Septbr.) des Jahres 1886 besichtigen und studiren. Construction und Ausführung dieser Drahtseiltransmission[1]) wurde vom Direktor und dem Aufsichtspersonale in gleich hohem Grade belobt. Der Verfasser kann versichern, niemals eine vorzüglichere Drahtseiltransmission in Thätigkeit gesehen zu haben. Unter den eisernen Tragpfeilern der Seilscheiben stehend, glaubte man das Werk ausser Thätigkeit, wenn man nicht den Blick nach den Armen der oben laufenden Seilscheibe richtete. Man hörte das Summen von Käfern und anderen fliegenden Insekten, vernahm aber nicht das geringste Geräusch der mit 120 Touren pro Minute umlaufenden Seilscheibe!

Ausser den Ziegler-Rieter'schen Drahtseiltransmissionen muss der Verfasser auch die in Zürich (S. 443) erwähnen, welche vom Letten-Wasserwerke (S. 439), mehrere hunderte Maschinenpferdekräfte auf das linke Ufer der Limmat in das sogenannte Industriequartier transmittirt werden und welche die wackere Firma Escher, Wyss & Co. construirte und ausführte.

Die Haupttransmission beginnt hier hoch über dem Dache des Lettenturbinenhauses (439), wo sich Kegelradpaare finden, auf welche die vorhandenen Turbinen (Fig. 379) die erforderliche Arbeit übertragen. Räderwerke wie aktive Seilscheiben sind auf dem Scheitel der thurmartigen Gerüste des eisernen Stationspfeilers gelagerts etc. etc.[2]).

Der Firma Escher, Wyss & Co. verdanke ich übrigens noch eine werthvolle Notiz über die genannte Züricher Drahtseiltransmission[3]), welche also lautet:

Werkes noch folgende Auslassungen zu berichtigen: Von Pfeiler P_3 aus setzt sich die Abzweigung noch weiter fort; von P_4 aus gehen gegenwärtig 300 MP. (Maschinenpferde) ab, von P aus weitere 65 MP. etc. etc.

1) Die Seilscheiben von beziehungsweise 1,8 m bis 2,0 m Durchmesser wurden von geschmackvoll und fest construirten, eisernen Pfeilern getragen, wobei die Tourenzahl der Scheiben 120 p. m. betrug. Die Seile hatten $8^1/_2$ mm Durchmesser, waren aus 6 Litzen von je 6 Drähten gebildet, deren Drahtdicken zu 1 mm angegeben wurden.

2) Reuleaux liefert S. 820 Fig. 905 der vierten Auflage seines Constructeurs eine Abbildung dieses Pfeilers. Man sehe auch hierüber Meissners Bericht über die Motoren auf der Pariser Ausstellung von 1878 Seite 446, Tafel 89 in Uhland's Zeitschrift „Der praktische Maschinenconst.“, elfter Jahrgang.

3) Nach den mir von den Züricher Stadtbaumeistern den Herren Dr. Bürkli-Ziegler und Burkhard-Streuli (stets) gütigst zugestellten Jahresberichten der Wasserversorgung von Zürich und Umgebung, lässt sich die Zahl der vom Lettenwasserwerke in das Industriequartier übergetragenen Maschinenpferde übersichtlich wie folgt verzeichnen:

In Zürich ist es sicher, dass die bestehende Drahtseilübertragung von grösseren Kräften (mechanischer Arbeiten) vom Turbinenhause in das Industriequartier in gleich ökonomischer Weise durch Druckwasserübertrag (hydraulische Transmission) nicht ersetzt werden könnte, anderseits wäre es unthunlich über ein weiteres Gebiet vertheilte Kraftabgaben von geringem Umfange durch Drahtseiltransmission bedienen zu wollen, um so mehr als in den meisten Fällen, sowie in Zürich, eine Druckrohrleitung doch zur Verfügung steht, welche relativ geringere Wassermengen ohne besonders empfindliche Druckverluste abzugeben im Stande ist.

Von beachtenswerthen Drahtseiltransmissionen, welche Maschinen-Ingenieure deutscher Zunge ausführten, ist dem Verfasser noch die des Herrn Civilingenieurs Kley in Bonn (dessen tüchtige Arbeiten in gegenwärtigem Bande bereits mehrerer Mal S. 471 und S. 480 gedacht werden musste) bekannt geworden, welche derselbe in den Jahren 1870—72 in Portugal und zwar auf den Bleierzgruben zu Cóval da Mó mit besonderem Erfolge ausführte.

Daselbst werden circa 96 Maschinenpferde auf 932 Meter übertragen, wobei die Drahtseile über einen 180 m hohen Berg geleitet werden mussten, Die Seilscheiben haben hier 4 m Durchmesser, die Seile sind 16 mm dick und bestehen aus je 44 Drähten, jeder von 1,6 mm Durchmesser.

Die ganze Distanz von 932 m Länge ist in 7 Stationen getheilt, deren Entfernung verschieden ist, d. h. je nach den Lokalverhältnissen von 100 bis 168 Meter variirt.

Bei einem Wasserquantum von 300 Liter per Secunde und bei 40 Meter Gefälle, hat der Constructeur eine Fourneyron'sche Partialturbine mit horizontaler Achse als Motor angeordnet, für welche er 0,60 als Wirkungsgrad garantirt, aber bei weitem mehr erreicht hat.

Der äussere Durchmesser der Turbine beträgt 3,30 Meter und per Minute erfolgen 90 Umläufe. Die erwähnte Achse (Turbinenwelle) trägt an einem Ende das Wasserrad, an dem andern Ende eine der bereits erwähnten Seilscheiben.

Die vom Drahtseile übergetragene Arbeit[1]) vertheilt sich mit 25 MP. (Maschinenpferden) zur Aufbereitung, mit 45 MP. zur Wasserhaltung, mit 15 MP. zur Förderung und mit dem Reste zum Betriebe einer Sägemühle. Ausführung und Leistung des Ganzen wird belobt.

In der mir gütig ertheilten Auskunft über dies Drahtseiltransmissionswerk, findet sich überdies noch folgende interessante Bemerkung:

„Es wurde u. A. auch die Einrichtung getroffen, dass vermittelst zweier Drahtleitungen und zweier Indicatoren, Zeichen von der Grube nach der Turbine und umgekehrt gegeben werden können und auch bei Unglücksfällen von dort aus, ein Gewicht an der Turbine ausgelöst werden knn, das beim Niedersinken vermittelst einer Drosselklappe das Aufschlagwasser absperrt.

Jahr	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886
Mittelwerthe	77	130	120	186	190	183	204
Maximumwerthe	130	220	185	220	300	257	293

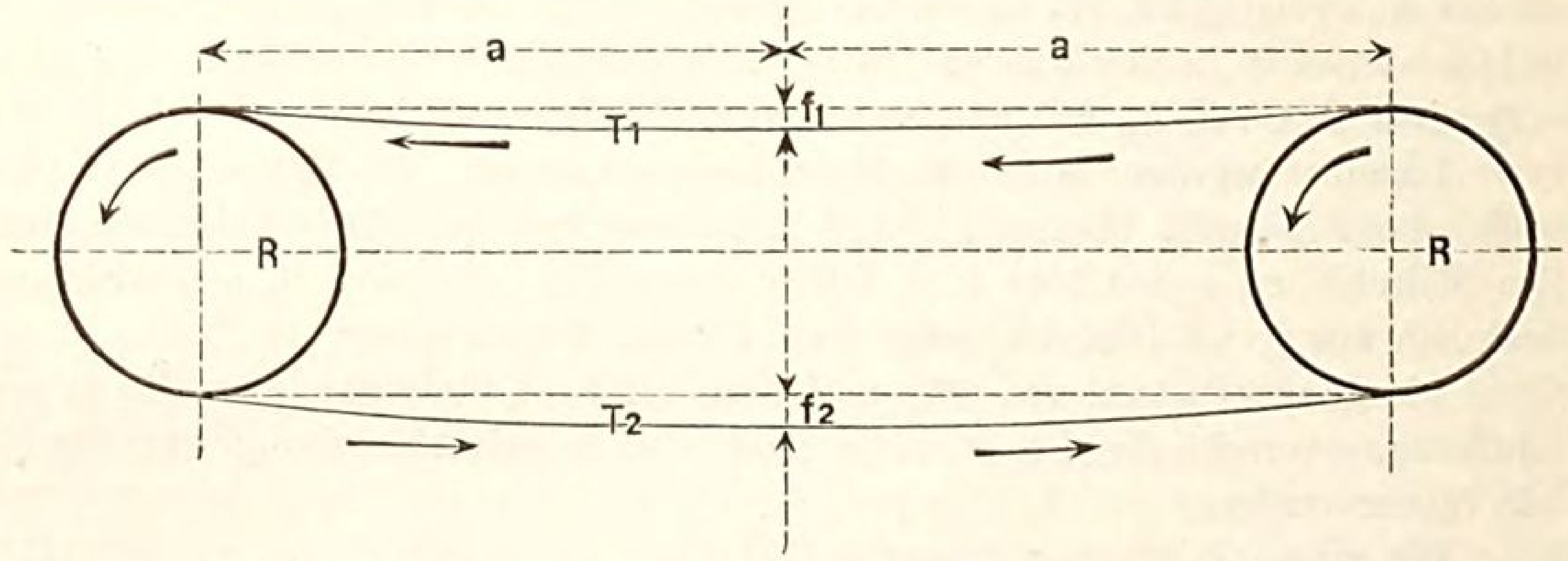
1) Unter Annahme des Güteverhältnisses 0,6 berechnet sich die von der Turbine entwickelte mech. Arbeit zu $10{,}6 \frac{1000 \,.\, 0{,}3 \,.\, 40}{75} = 96$ MP.

Zusatz.

Betreffend einige Constructionsdetails der Drahtseiltransmission.

Substituirt man für die Kettenlinie als Seilcurve eine Parabel, was für geringe Einsenkungen $= f$ zulässig ist[1]), so erhält man, wenn die Horizontalspannung im Scheitel $= T$ gesetzt, die horizontale Entfernung zweier Seilscheiben (Fig. 548) zu $2a$ angenommen und mit q das auf die Längeneinheit

Fig. 548.



gleichmässig vertheilte Seilgewicht $= q$ bezeichnet wird, gemein die Gleichung $f = \frac{q\,a^2}{2\,T_2}$, woraus mit Bezug auf die Beziehungen vorstehender Figur folgt:

$$\text{I)}\; f_1 = \frac{q\;a^2}{2\,T_1} \text{ für das führende Seil und}$$

$$\text{II)}\; f_2 = \frac{q\;a^2}{2\,T_2} \;\;\text{„ „ geführte Seil.}$$

Setzt man die Einsenkung für den Ruhezustand $= f_0$, so lässt sich (nach Grove a. a. O., S. 208) schreiben:

$$f_0 = 1{,}5\,f_1 \text{ bis } 1{,}58\,f_1\text{ [2]).}$$

Bezeichnet ferner P die durch das Seil auf den Umfang $2R\pi$ der getriebenen Scheibe reducirte Triebkraft und macht letztere Scheibe U Touren

1) Man sehe deshalb besonders die §. 51, Note 1 (S. 778) unter den Buchstaben n) und p) aufgeführten Schriften von Reuleaux und Keller, sowie auch die Vorträge des Verfassers über Geschichte der tech. Mechanik und Maschinenlehre. Bd. I, S. 370 etc. etc.

2) Der genauere Werth für f_0 muss aus der cubischen Gleichung bezeichnet werden (Grove a. a. O., S. 206):

$$f_0^3 - \left(2{,}5 f_1^2 - 0{,}502\,\frac{a^4}{f_1 E}\right) f_0 - 0{,}669\,\frac{a^4}{E} = 0,$$

worin E den Elasticitätsmodul des Seiles in Kilogrammen bezeichnet. Für Eisendraht kann man (mit Grove) $E = 2\,000\,000$ Kilogramm pro □Centimeter setzen.

pro Minute, so erhält man für die Anzahl = N der übertragenen Maschinenpferde:

$$N = \frac{2\pi R \,.\, U \,.\, P}{75 \,.\, 60} \text{ und}$$

$$P = 716{,}21 \frac{N}{R\, U}, \text{ oder } P = 71621 \frac{N}{R \,.\, U},$$

wenn R in letzterer Formel in Centimetern gegeben ist.

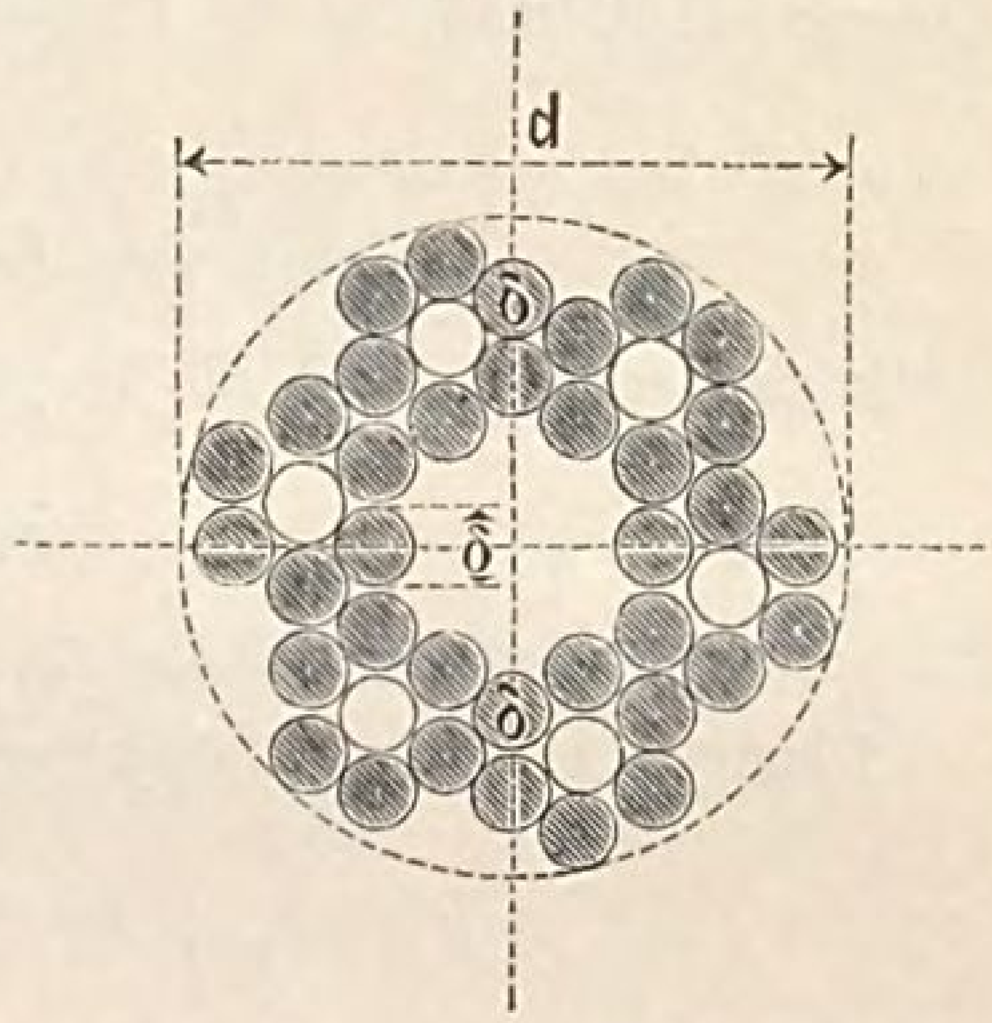
Nach Grove (a. a. O., S. 203) muss ausserdem zur Verhütung des Seilgleitens auf den Scheiben sein:

$$T_1 = 2P \text{ und } T_2 = P.$$

Sodann für manche Leser unseres Buches noch Folgendes:

Die Transmissions-Drahtseile sind in der Regel im Querschnitte so gestaltet wie Fig. 549 erkennen lässt, d. h. man kann um dieselben einen Kreis von d Durchmesser zeichnen, der wieder eine Anzahl kleinerer Seile einschliesst, die aus mehreren einzelnen Drähten (aus Schmiedeeisen oder Stahl) gewunden sind. Jedes Bündel solcher kleinerer Seile wird eine Litze genannt.

Fig. 549.



Sowohl jedes Litzenbündel als die Litzen in einem Kreise zum ganzen Seile vereinigt, werden um sogenannte Seelen aus Hanf herumgelegt, wozu bemerkt werden muss, dass diese Hanfeinlagen für die Erhaltung der Transmissionsseile von grösster Wichtigkeit sind. (In Fig. 549 stellen die weiss gehaltenen Innenflächen die betreffenden Hanfseelen dar.)

Der Querschnitt des in Fig. 549 abgebildeten Seiles besteht (beispielsweise) aus 6 Litzen, deren ebenfalls 6 das ganze Seil bilden, so dass das Seil überhaupt aus 36 einzelnen Drähten besteht [1]).

Bezeichnet man den äusseren Durchmesser des Seilquerschnittes (wie in Fig. 549) mit d, die Dicke eines der Drähte mit δ und die Zahl der letzteren mit i, so lässt sich nach Rziha (annäherungsweise) setzen:

$$d = 1{,}50 \,.\, \delta \sqrt{i}.$$

Zum Vergleiche mit Angaben Reuleaux's berechnen wir nach dieser Formel folgende Werthe von $\frac{d}{\delta}$:

i	36	48	54	60	66	72	
$\frac{d}{\delta}$	8,00	10,25	11,33	12,80	13,25	14,20	Nach Reuleaux' Formel.
$\frac{d}{\delta}$	9,00	10,39	11,02	11,62	12,20	12,72	Nach Rziha's Formel.

1) Bei Transmissionsseilen variirt i in der Regel zwischen 36 und 72

2) Der Constructeur. Vierte Auflage, S. 725.

Das Verhältniss der Fläche des umschriebenen Kreises von d Durchmesser zur Summe der Drahtquerschnitte ist nahezu constant und zwar $= 2$.

Was noch das wichtige Verhältniss $\frac{\delta}{R}$ zwischen der Dicke $= \delta$ der einzelnen Drähte eines Seiles und dem Radius $= R$ der Rolle (Scheibe) betrifft so lässt sich dies u. A. nach Keller (a. a. O., S. 265—269) wie folgt ermitteln.

Offenbar wird beim normalen Betriebe das Seil gleichzeitig auf Längenspannung k_1 und auf Biegungsspannung k_2 in Anspruch genommen, so dass die Totalspannung $= k$ als Resultirende der beiden vorbemerkten Partialspannungen zu betrachten, also zu setzen ist

$$k = k_1 + k_2.$$

Bezeichnet man daher mit T_3 den für eine Seiltransmission verwerthbaren Zug, so erhält man für die Partialanstrengung durch die Längenspannung:

$$k_1 = \frac{T_3}{i \cdot \frac{\delta^2 \pi}{4}} \text{ und für die}$$

Partialanstrengung durch die Biegungsspannung:

$$k_2 = \frac{E}{R} \cdot \frac{\delta}{2},$$

wenn E der Elasticitätsmodul des verwendeten Materiales ist.

Demnach erhält man überhaupt

$$k = k_1 + k_2 = \frac{T_3}{i \cdot \frac{\delta^2 \pi}{4}} + \frac{E}{2} \cdot \frac{\delta}{R},$$

woraus folgt:

$$T_3 = \left(k - \frac{E}{2} \frac{\delta}{R}\right) \frac{i\,\delta^2 \pi}{4}.$$

Dieser Werth wird aber ein Maximum für

$$\delta = \frac{4}{3} k \frac{R}{E},$$

wonach also ist:

$$\text{I. } \frac{\delta}{R} = \frac{4}{3} \frac{k}{E}.$$

Für Schmiedeeisendraht setzt Keller (a. a. O., S. 266), bezogen auf den Quadratmillimeter:

$$k = 18 \text{ kg und } E = 20000 \text{ kg},$$

daher

$$\frac{\delta}{R} = \frac{4}{3} \frac{18}{20000} = \frac{1}{833}.$$

Für Stahldraht (a. a. O., S. 269):

$$k = 36 \text{ kg und } E = 27600 \text{ kg},$$

demnach:

$$\frac{\delta}{R} = \frac{4}{3} \frac{36}{27600} = \frac{1}{575}.$$

Grove liefert in seinen (lithographirten) Tafeln für den Maschinenbau u. A. eine Tabelle, worin für Drahtseile aus Schmiedeeisen der grösste Werth für $\frac{\delta}{R} = \frac{1}{900}$, der kleinste $\frac{\delta}{R} = \frac{1}{1600}$ angegeben ist. Da Grove E ebenfalls $= 20000$ kg annimmt, so erhält man

$$k = \frac{3}{4} E \cdot \frac{\delta}{R} = \frac{3}{4} \cdot \frac{20000}{900} = 16{,}66 \text{ kg}$$

beim grössten Werth von $\frac{\delta}{R}$ und

$$k = \frac{3}{4} E \cdot \frac{\delta}{R} = \frac{3}{4} \cdot \frac{20000}{1600} = 9{,}37 \text{ kg}$$

beim kleinsten Werth von $\frac{\delta}{R}$ [1]).

Es dürfte schliesslich nicht überflüssig sein, die für $\frac{\delta}{R}$ gewählten Werthe, einige der speciell S. 750—758 und S. 783 besprochenen von Rieter-Ziegler und Kley ausgeführten Drahtseiltransmissionen hier noch in umstehender Tabelle zusammenzustellen:

1) Man vergleiche auch hiermit eine Tabelle in Reuleaux' „Der Constructeur". Vierte Auflage, S. 739, worin für Eisendraht berechnet ist $\frac{\delta}{R}$ von $\frac{1}{571}$ bis $\frac{1}{10000}$ und für Stahldraht $\frac{\delta}{R}$ von $\frac{1}{286}$ bis $\frac{1}{5000}$.

I. Ort der Drahtseil-transmission [1].	II. Länge in Metern.	III. Durchmesser (= $2R$) der Seilscheiben in Metern.	IV. Umlaufszeit der Seilscheiben (= U) pro Minute.	V. Seilgeschwindigkeit (= v) pro Secunde in Metern.	VI. Seildurchmesser (= d) in Millimetern.	VII. Dicke (= δ) der einzelnen Drähte in Millimetern.	VIII. Gesammtzahl (= i) der einzelnen Drähte im Seilquerschnitte.	IX. Bemerkungen.
Oberursel (Nassau)	966,0	3,75	$114\frac{1}{2}$	22,37	16	1,54	48	
Schaffhausen. (Schweiz)	473,2	4,50	80	18,84	27	1,85	80	Die in II angegebene Länge ist die Distanz vom Turbinenhause bis zur 2. Wechselstation am rechten Rheinufer.
Bellegarde (Frankreich)	907,0	5,50	70	20,15	32	2,20	72	Die Angaben dieser Horizontalreihe beziehen sich auf die S. 758 hervorgehobene Abtheilung.
Cóval da Mó (Portugal)	932,0	4,0	90	18,84	16	1,60	44	

[1]) Die vom Verfasser im Jahre 1886 besuchte und studirte Drahtseiltransmission der schweizerischen Militärwerkstätten in Thun (S. 779), mit zusammen 80 Maschinenpferden (2 Turbinen), dem aufgestauten Aareflusse entnommen, zerfällt in einen oberen und in einen unteren Theil. Dabei besteht der untere Theil aus:

1) einem Drahtseilbetrieb auf 136 m Distanz mit Scheiben (Rollen) von 2 m Durchmesser, 120 Touren pro Minute. Seildurchmesser $8\frac{1}{2}$ mm, 6 Seillitzen à 6 Drähten von 1 mm Dicke. Betriebsarbeit = 8 Maschinenpferde.

2) aus einem Drahtseilbetrieb auf 180,5 m Distanz mit einer Zwischenstation. Scheiben von 1,8 m Durchmesser bei 120 Touren pro Minute. Seildurchmesser u. s. w. wie vorher.

Der obere Theil zerfällt in zwei Wellentransmissionen (auf 70 m und 10 m Distanz) und in

3) eine Dratseiltransmission auf 57,5 m Distanz mit Scheiben von 2,30 m Durchmesser, 120 Touren pro Minute, Seildurchmesser $12\frac{1}{2}$ mm, 6 Litzen mit je 9 Drähten von 1 mm Dicke. 27 Maschinenpferde.

Hieraus fliesst aber bis in das Maschinenhaus folgende Arbeitsvertheilung:

4) 12 Pferde bleiben im Maschinenhause und werden von letzterem Hause hinweg zur Patronenhülsen-Fabrik II geleitet,

5) 15 Pferde auf 30,6 m Distanz mit Scheiben von 2,0 m Durchmesser bei 120 Touren pro Minute. Seildurchmesser 18 mm mit 12 Litzen zu je 8 Drähten, jeder von 1 mm Durchmesser.

Mitte Januar 1886 wurde die Hülsen-Fabrik II vergrössert und der Seilbetrieb auf 23 m Distanz verkürzt, auch anstatt 15 Pferde (wie vorher) nun 24 Pferde mit 2 Hanfseilen übertragen. Scheibendurchmesser 2,0 m bei 12 Touren pro Minute. Seildicke 20 mm mit 3 Litzen.

Alle Drahtseile sind aus weichem schwedischen Eisendraht hergestellt und mit Hanfseelen versehen.

§. 52.
Elektricität als Fernbetriebmittel.
I. Geschichtliche Notizen[1]).

Die Entdeckung der Berührungselektricität (1780, oder 1790) durch Galvani[2]) deren richtige Deutung durch Ritter[3]) und Volta[4]) und insbesondere die (1800) von letzterem gemachte Erfindung der heute noch nach ihm benannten Volta'schen Säule (elektrischen, galvanischen Säule), sind die Anfangspunkte eines neuen Zweiges der elektrischen Wissenschaft „des Galvanismus" geworden, dessen fruchtbringende Wirkungen bis in die Gegenwart hineinreichen.

Ein fernerer Schritt zur Verwendung der Elektricität für die Wissenschaft und das praktische Leben, erfolgte im Jahre 1820, indem der schwedische Physiker Oersted[5]) den Elektromagnetismus, die Beziehung zwischen Elektricität und Magnetismus, d. h. die Erscheinung entdeckte, dass man durch einen elektrischen Strom Magnetismus zu erregen im Stande ist.

Noch wichtiger und folgereicher waren die unmittelbar nach Oersted von dem französischen Mathematiker und Physiker Ampère[6]) gemachten Entdeckungen, den man ganz richtig als den Mann bezeichnet, welcher im dritten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts gleichsam die Brücke zwischen Elektricität und Magnetismus schlug[7]).

1) Der Verfasser benutzte hier insbesondere die „Geschichte der Elektricität" des Dr. Hoppe. Leipzig 1884.

2) Luigi Galvani wurde 1737 zu Bologna geboren und starb daselbst 1798 als praktischer Arzt und Professor der Anatomie an der Universität. Später ist das Verdienst der Entdeckung Galvani's lediglich seiner Frau zugeschrieben worden (Poggendorff's Geschichte der Physik, S. 900). Seiner Zeit erschien sogar in Bologna ein Sonnet an Galvani, welches also lautet:

„Sie war's, nicht Du, die neue Lebenstriebe
In hautentlöster Frösche Gliedern fand."

3) Gilbert's Ann. Bd. II (1799), S. 80.
Ritter, geb. 1776 in Schlesien, gest. 1810 in München.

4) Dr. Hoppe's „Geschichte etc." S. 118 unter der Ueberschrift „Galvani und Volta". Letzterer geboren 1745 in Como und gestorben ebendaselbst 1827.

5) Hans Christian Oersted wurde geboren 1777 in Rudjöbing (Dänemark) und starb 1851 zu Kopenhagen. Man sehe auch hier Hoppe a. a. O., S. 191 unter der Ueberschrift: „Ablenkung der Magnetnadel durch den Strom und Magnetisirung durch denselben.

6) Ampère wurde 1795 zu Lyon geboren und starb 1836 zu Marseille, nachdem er folgeweise gewesen war Professor der Physik zu Bourg (Dep. Ain.), Professor der Mathematik an der Polytechnischen Schule und Professor der Physik am Collége de France in Paris und Mitglied der Akadamie der Wissenschaften daselbst.

7) Man sehe besonders Hoppe's Geschichte von S. 205 an, wo das betreffende Kapitel die Ueberschrift trägt: „Ampère's Entdeckungen und analoge Beobachtungen". Bei seinen Bemühungen die Wirkungsweise zweier Ströme auf

Nicht lange nachdem Oersted's und Ampère's Entdeckungen und darauf gegründete wissenschaftliche Arbeiten bekannt geworden waren, bemühten sich mehrere Physiker und Mechaniker die Aufgabe zu lösen, produktive mechanische Arbeiten mit Hülfe des Elektromagnetismus zu verrichten, und zwar waren es zunächst die Italiener Dal Negro und Pixii, die bereits 1832 ihre Maschinen bekannt machten und die unter der Ueberschrift „Strommaschinen" in unserer geschichtlichen Quelle besprochen werden[1]).

Ein grösseres allgemeines Interesse erregten bald nachher (von 1834 bis 1839) die betreffenden Bemühungen Jacobi's in Petersburg[2]), indem dieser zuerst, durch das unten in Note 2 benannte, 1835 erschienene Buch, die wissenschaftliche und technische Welt, nicht nur auf die wichtige Anwendung des Elektromagnetismus zur Bewegung von Maschinen aufmerksam machte, sondern auch elektromagnetische Rotationsmaschinen ersann, ausführte und damit interessante Experimente anstellte, speciell mit einem durch solche Elektricität getriebenen Boote auf der Neva spaziren fuhr etc. Leider musste Jacobi bald erkennen, dass diese Anwendung der Elektricität zur Leistung nützlicher mechanischer Arbeiten nicht vortheilhaft ist, weil zur Erzeugung der erforderlichen galvanischen Elektricität, in den sogenannten Batterien, Zink in der Säure aufgelöst, d. h. verbrannt werden muss und durch diese Verbrennung von Zink etwa 13 mal so viel Kosten verursacht werden, als wenn man dieselbe Arbeit durch Verbrennung von Kohlen zur Erzeugung gespannter Wasserdämpfe ausführt[3]).

Hiernach war es selbstverständlich, dass auch die Bemühungen anderer deutscher Männer, wie besonders Stöhrer[4]) in Leipzig, Wagner[5]) in Frank-

einander kennen zu lernen (Hoppe, a. a. O., §. 176) woraus sich die Wirkung zwischen Strom und Magnet ergab, sowie zwischen Magnet und Magnet, führte er zum ersten Male den Namen elektrodynamische Phänomene ein und gelangt endlich zu dem wichtigen Grundgesetz der Elektrodynamik (a. a. O. S. 235), was heute noch seinen Namen trägt und worauf nachher Wilhelm Weber weiterbaute.

1) Hoppe a. a. O., S. 540, §. 377.

2) Moritz Hermann von Jacobi wurde geboren 1801 zu Potsdam und starb am 18. Januar 1851 in Petersburg. Ursprünglich preussischer Baubeamter, wurde er 1835 Professor in Dorpat, dann nach Petersburg berufen, daselbst 1839 Adjunkt der Akademie der Wissenschaften, 1842 ausserordentliches und 1847 ordentliches Mitglied dieser hohen Stelle. Später wurde Jacobi wirklicher Staatsrath, geadelt etc. etc.

Jacobi machte seine Maschinen und die Gesetze, auf deren ihre Construktion beruhte, zuerst in der Schrift bekannt: „Memoire sur l'application d'Electro-Magnétisme au Mouvement des Machines". Potsdam 1835.

3) Graetz, „Die Elektricität und ihre Anwendungen". Stuttgart 1885. S. 335 etc. Mein Neffe, Herr Prof. Rühlmann in Chemnitz, berechnet in seinem „Handbuch der mechanischen Wärmetheorie", Bd. II, S. 655, dass die Arbeit eines durch eine Bunsenbatterie betriebenen Elektromotors mehr als 40 Mal so theuer ist, als die gleiche Arbeitsleistung einer Gaskraftmaschine.

4) Construktion elektromagnetischer Maschinen. Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. 61 (1844), S. 417 und ebendaselbst Bd. 77 (1849), S. 21.

5) Poggendorff: Annalen etc. Bd. 46 (1839), S. 107.

furt a. M. und Anderer die Elektricität direct zur Verrichtung mechanischer Arbeiten zu verwenden, ohne Erfolg blieben.

Glücklicher war Jacobi mit der Erfindung der Galvanoplastik (im October 1838), d. h. der Kunst, durch den elektrischen Strom Metalle aus geeigneten Lösungen in bestimmter Form niederzuschlagen[1].

Obgleich die Bedeutsamkeit dieser Erfindung bis in die Gegenwart hineinreicht, so liegt dieselbe doch dem gegenwärtigen speciellen Zweck unseres Buches fern und muss deshalb auf die unten angegebenen Quellen verwiesen werden.

Die Misserfolge für praktische Zwecke brauchbare (rentable) elektromagnetische Maschinen zur Verrichtung nützlicher mechanischer Arbeiten zu construiren, liessen weder Physiker noch Mechaniker ruhen, es zu versuchen, die Elektricität auf anderem als chemischen Wege zu erzeugen, um sie dennoch in wichtigen Gebieten des Lebens civilisirten Menschen nutzbar zu machen. Hierher gehört vor Allem das Bemühen, elektrisches Licht zu Beleuchtungszwecken zu verwenden.

Unter Benutzung der vom englischen Physiker Faraday[2]) entdeckten Induction construirte man unter Verwendung von permanenten Magneten, insbesondere von Stahlmagneten, magneto-elektrische Stromerzeuger, d. h. Maschinen, mittelst welchen durch geeignete Magnete elektrische Inductionsströme hervorgebracht werden.

Derartige Maschinen bauten nacheinander Pixii[3]), Saxton und Clarke, nachher mit grösserer Leistung Stöhrer[4]), vorzüglich die Gesellschaft l'Alliance, Ladd, Wilde, Siemens und Andere.

Leider fand man schliesslich auch hier, dass diese magneto-elektrischen Stromerzeuger an Mängeln litten, die sie zum sichern Hervorbringen sehr starker Ströme ungeeignet machen.

So stand die Sache, als im Jahre 1866 Werner Siemens auf den Gedanken kam, eine Maschine in Vorschlag zu bringen, bei der man, nicht wie bei der magneto-elektrischen Maschine, vorhandenen permanenten Magnetismus zur Stromerzeugung benutzt, sondern wobei Arbeitskraft direct in elektrischen Strom umgewandelt wird, derartig, dass der erzeugte Magnetismus gleichsam nur als Zwischenproduct auftritt[5]).

1) Jacobi: „Die Galvanoplastik“ aus dem Russischen. Petersburg 1841.
Werner: „Die Galvanoplastik in ihrer technischen Anwendung“. St. Petersburg 1841.
Karmarsch und Heeren: Technisches Wörterbuch, im Artikel „Galvanoplastik“ im 3. Bande der dritten Auflage von 1878.
Graetz: „Die Elektricität“ 1885, S. 355 etc. unter der Ueberschrift: „Die Galvanoplastik und Reinmetallgewinnung“.

2) Faraday (geb. 1791 zu Newington bei London und gestorben 1867 in London). Seine Biographie, vielfachen Entdeckungen und Theorien in Hoppe's Geschichte, S. 272, 402, 464 etc.

3) Man sehe hierüber die mit Abbildungen begleitete zweite Abtheilung in Schellen's Buche „Die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen etc. etc.“ Zweite Auflage. Köln 1882. S. 55 etc.

4) Poggendorff's Annalen. Bd. 77 (1849), S. 21.

5) Der Verfasser benutzt hier wörtlich die von W. Siemens gebrauchten

Siemens erkannte hierbei, dass selbst im weichsten Eisen zurückbleibender Magnetismus schon ausreicht, um den Verstärkungsprocess des durch ihn erzeugten äusserst schwachen Stromes einzuleiten.

In der That werden schon, die durch eine äussere mechanische Arbeit erzeugten Umdrehungen einer auf dies Princip basirten Maschine (Dynamo-elektrische oder Dynamo-Maschine von Siemens genannt), in deren Drahtwindungen die hervorgerufenen elektrischen Strömungen bald so stark, dass man die Drehungsgeschwindigkeiten mässigen oder äussere Widerstände einschalten muss, um die Zerstörung der Maschine durch Ueberhitzung zu vermeiden.

Zur Ausführung des Principes, worauf die Dynamo-Maschine beruht, kam Siemens zunächst die Erfindung des nach dem italienischen Gelehrten benannten Pacinotti'schen Ringes[1]) zur Hülfe. Es ist dies ein zu einem geschlossenen Ring gebogener Eisenstab, der mit isolirtem Draht umwickelt wird und wodurch man das Mittel erreicht, einen inducirten Strom ohne Polwechsel im Eisen zu erzeugen. Gramme[2]) (ein praktischer Pariser Mechaniker, Werkmeister einer Fabrik, jedoch geborener Belgier), hat nun das grosse Verdienst, das Siemens'sche Dynamo-elektrische Princip auf den Pacinottischen Ring angewandt und damit zuerst einen praktisch brauchbaren Stromerzeuger (mit Ringanker) hergestellt zu haben.

Auf eine für manche Zwecke noch vortheilhaftere Weise löste nachher einer der Oberingenieure der Siemens'schen Elektrotechnischen Anstalt zu Berlin, Herr von Hefner-Alteneck[3]), die fragliche Aufgabe, durch Verwendung eines Cylinderankers, wonach Siemens in seinen vorher genanten „Abhandlungen und Vorträgen“ S. 498 zu dem noch jetzt geltenden Schlusse kommt, „dass beide Maschinen (von Gramme und Hefner-Alteneck) es sind, auf denen gegenwärtig die Erweiterung des Gebietes der Elektrotechnik beruht“.

II. Die gegenwärtige Verwendung der Elektricität als Fernbetriebsmittel.

Aus dem Vorstehenden erhellt fast ohne Weiteres, dass die aus den galvanischen Batterien gewonnene Elektricität zur Erzeugung nützlicher bewegender mechanischer Arbeit wahrscheinlich niemals zu verwenden sein wird, dass es dagegen vortheilhaft ist, mechanische Arbeiten in Elektricität (elektrische Energie) umzusetzen und dass die Fortleitung solcher Arbeit auf grosse Entfernungen (zu Fernbetrieben) wesentliche Dienste wird leisten können.

Worte, die er S. 496 seines schätzbaren Buches „Gesammelte Abhandlungen und Vorträge“ Berlin 1881, selbst gebraucht hat.

1) Graetz, Die Elektricität und ihre Anwendungen, S. 228 etc. (mit Abbildungen).

2) Hoppe „Geschichte etc.“, S. 554 und Graetz „Elektricität“, S. 222, 234 etc. etc.

3) Hoppe, Ebendaselbst, S. 560 und Graetz a. a. O., S. 241.

Eine solche Arbeitsübertragung erfordert aber einen Motor (Dampfmaschine, Gaskraftmaschine, Wasserrad, Windrad), welcher die entwickelte mechanische Arbeit auf eine Dynamomaschine überträgt, und worin diese Arbeit in Elektricität umgewandelt wird.

Von dieser Dynamomaschine, die man die primäre oder den Stromerzeuger nennt, wird dann der elektrische Strom durch geeignete Leiter, wie Drähte, Stangen, Schienen etc. fortgeführt und zwar bis zu einer zweiten Dynamomaschine, welche die secundäre oder der elektrische Motor heisst. Letzterer vermag sodann wieder, mittelst der ihm zugeführten elektrischen Energie, mechanische Arbeit zu leisten. Aus von Siemens und seinen Mitarbeitern angestellten zahlreichen Versuchen [1]) über elektrische Fernbetriebe ergiebt sich dass bei verhältnissmässiger Umdrehungsgeschwindigkeit etwa 45,50 ja bis 60 % der von der primären Maschine aufgenommenen Arbeit von der secundären Maschine wieder abgegeben werden können. Dabei bemerkte Siemens noch, dass die Angabe, wie viel Procent vom Motore entwickelte Arbeit elektrisch im Maximum übertragen werden können, durchaus noch nicht als abgeschlossen zu betrachten ist, dies vielmehr (Erhöhung des Güteverhältnisses) nur eine Frage der Construction der Dynamomaschinen und des Preises der Leitung sei, aus welchen sich die Arbeitsübertragung zusammensetzt.

Die erste Idee derartiger Arbeitsübertragung soll nach der unten angegebenen Quelle [2]) bereits im Jahre 1862 der österreichische Ingenieur Popper ausgesprochen haben. Die Verwirklichung dieser Idee ist jedoch zuerst im Jahre 1873 gelungen [3]), und zwar bei Gelegenheit der damaligen von Oesterreich in Wien veranstalteten Weltausstellung, wo durch den Franzosen Fontaine [4]) (dem Administrator der Pariser Gesellschaft Gramme) ein derartiger Versuch zum ersten Male in weiteren Kreisen gezeigt wurde. Am 3. Juli 1873, als der Kaiser von Oesterreich die genannte Ausstellung zum ersten Male besuchte, wurde in der That eine kleine Gramme'sche primäre Dynamomaschine durch einen Lenoir'schen Gasmotor in Thätigkeit gesetzt, der erzeugte elektrische Strom auf 1100 Meter Entfernung fortgeleitet und daselbst wieder durch eine kleinere Gramme'sche (secundäre) Maschine in mechanische Arbeit umgesetzt, wodurch schliesslich eine kleine Centrifugalpumpe der Firma Neut & Dupont zum Wasserfördern in Thätigkeit erhalten wurde.

Die erste grössere Anwendung elektrischer Arbeitsübertragung von praktischer Bedeutung machte, mit einer elektrischen Eisenbahn, Siemens im Jahre 1879 auf der damaligen Gewerbeausstellung in Berlin [5]).

1) Gesammelte Abhandlungen und Vorträge S. 501.

2) Leonhardt: „Die internationale Elektrische Ausstellung in Wien 1883" S. 31 unter der Ueberschrift: „Kraftübertragung" fälschlich statt Arbeitsübertragung. Ferner S. 34, No. 2 „Die elektrische Eisenbahn der Herren Siemens & Halske".

3) Elektrotechnische Zeitschrift 1886, Jahrg. VII, S. 133.

4) Treska: „Conference sur la Transmission du Travail Mécanique par les courants électriques". Bullet. de la Soc. d'encouragem. Mai 1883.

5) Elektrotechn. Zeitschrift Bd. 1, S. 22 u. 47. Ferner ist zu beachten, in den wiederholt genannten Abhandlungen und Vorträgen des D. W. Sie-

Auf dieser, aus einer 300 m langen, in sich selbst geschlossenen schmalspurigen Schienenbahn bestehend, circulirte eine kleine elektrische Locomotive (der Elektromotor) mit drei angehängten Personenwagen, welche gemeinsam mit der Geschwindigkeit von 3 bis 4 Meter in der Secunde die Eisenbahn durchliefen. Die Laufschienen der Bahn bildeten die eine Leitung zu der im Maschinenraume der Ausstellung stehenden als Stromerzeuger dienenden Dynamo-Maschine, während eine zwischen den Bahnschienen angebrachte und möglichst von ihnen isolirte Mittelschiene das Ende der anderen Leitung bildete. Die Locomotive oder der Elektromotor bestand im Wesentlichen aus einer der stromgebenden ganz gleichen Dynamo-Maschine (dem elektrischen Motore), ein Drahtende derselben stand durch die Räder der Locomotive mit den Laufschienen der Bahn in leitender Verbindung, während das andere Ende durch eine Contactvorrichtung mit der Mittelschiene communicirte. Wurde der Stromlauf geschlossen und die (erste) stromgebende Maschine mit 600 bis 700 Touren pro Minute continuirlich gedreht, so setzte sich die Locomotive mit grosser Kraft in Bewegung etc. etc.

Die wahrscheinlich ebenfalls erste Anwendung elektrischer Transmission für landwirthschaftliche Zwecke wurde 1879 zu Sermaize (Dep. Marne, zwischen Bar-le-Duc und Blesme, 231 Kilometer von Paris) gemacht.

Eine stationäre Dampfmaschine, in den Wirthschaftsgebäuden eines Pachthofes aufgestellt, diente zum Betriebe der ersten (oder primären) Gramme-Maschine, welche durch eine Kupferdrahtleitung mit der zweiten (oder secundären) Gramme-Maschine, im Abstande von durchschnittlich 500 Metern in Verbindung gebracht war. Die von letzterer Maschine in Umdrehung gesetzte Seiltrommel war (in bekannter Weise zum Links- und Rechts-Umlaufe angeordnet) durch ein Stahldrahtseil mit dem als Werkzeug benutzten Balancirpfluge (Bd. II, S. 590, 2. Auflage) verbunden und diente, von einem einzigen Arbeiter geleitet, zum Pflügen eines Feldes von anscheinlich gutem Boden.

Unsere Quelle[1]) liefert zwar recht hübsche Abbildungen, wenigstens der erforderlichen Maschinenhaupttheile, berichtet aber weder über den Erfolg, um einen Vergleich mit den auch in Frankreich bereits gebräuchlichen Dampfpflugarbeiten anstellen zu können, noch ob man auch an anderen Orten Frankreichs von einer derartigen Bodenbearbeitung Gebrauch gemacht hat.

Eine ebenfalls beachtenswerthe Anwendung von elektrischer Arbeitsübertragung machten am Ende der 70er Jahre Cherétien & Félix in der Zuckerfabrik des vorgenannten Ortes Sermaize[2]). Der grösste Theil der in

mens S. 191, ein am 27. Jan. 1880 gehaltener Vortrag im Berliner elektr. Vereine unter der Ueberschrift: „Ueber die Dynamo-elektrische Maschine und deren Verwendung zum Betriebe von elektrischen Eisenbahnen“.

Dem Abdrucke dieses Vortrags ist auch eine ganze Tafel Abbildung sowohl der elektrischen Post als auch des in Vorschlag gebrachten erforderlichen Hochbaues beigegeben.

1) Tresca, a. a. O. unter der Ueberschrift: „Expériences de Labourage à Sermaize en 1879“.

2) Schellen: „Die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen“. Köln 1882. S. 600 etc. Hier werden noch andere Beispiele der Anwendung der Elektricität zu Transmissions-Zwecken besprochen.

dieser Zeit verarbeiteten Zuckerrüben wird durch Schiffe auf dem Marne-Rhein-Canale zugeführt und diese Schiffe im Hafen von Sermaize (der in gerader Linie nur 100 Meter von der Fabrik entfernt ist) ausgeladen. Die vorhandenen Gramme'schen Maschinen benutzt man zur Nachtzeit zur Erleuchtung der Fabrikräume.

Bis hierher trägt jedoch fast Alles, was auf dem Gebiete elektrischer Transmission geleistet wurde, den Charakter vereinzelter Bemühungen, von mehr oder weniger zweifelhaftem (dauerndem) Nutzen, eine Epoche die seit dem Jahre 1881 in ein neues Stadium dadurch trat, dass die Firma Siemens & Halske in Berlin sich entschlossen auf eigene Rechnung eine elektrische Eisenbahn zwischen dem Bahnhofe der Anhalt'schen Eisenbahn in Berlin und der Haupt-Kadettenanstalt in Gross-Lichterfelde auszuführen. In der That wurde diese Bahn bereits am 16. Mai 1881 dem Betriebe übergeben und bis zum Niederschreiben gegenwärtigen Berichtes (Ende 1887) in Benutzung erhalten.

Specielles über die Construction dieser Bahn enthalten die hier unten angegebenen mit Zeichnungen (Nivellements- und Situations-Plänen, Maschinen etc.) ausgestatteten Quellen[1]), woraus hier nur noch die Angabe entlehnt werden mag, dass zur elektrischen Stromleitung direkt die Bahnschienen, auf welchen die Räderfuhrwerke laufen, benutzt werden, die eine der beiden Schienen zur Hinleitung, die andere Schiene zur Rückleitung.

Welche Nachfolger diese erste elektrische Bahn, seit den 7 Jahren ihrer Vollendung und (steten) Benutzung erhalten hat, erhellt aus folgender tabellarischen Zusammenstellung, die wir dem ersten Bande von Strecker's „Fortschritte der Elektrotechnik" (Berlin 1888, S. 167) entlehnen.

1) Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen. 1881. S. 493 etc., sowie hieraus im 2. Bande, Jahrgang 1881 der (Berliner) Elektrotech. Zeitschrift, S. 292 etc.

Elektrische

	Länge in km.	Geleise.	Motoren bezw. Wagen mit Motoren.	Beförderung.
Lichterfelde-Berlin 1881	2,45		2	100 000 Personen jährl
Brighton, 1883	1,6	1	2	400 000 P. in 1886
Moedling-Hinterbrühl b. Wien, 1884	4,5	1	6 u. 6 Wagen ohne Motor.	340 000 P. in 1886
Frankfurt a. M.-Offenbach, 1884 .	6,6	2	10 u. 4 Wagen ohne Motor.	990 000 P. in 1886
Zaukerode, Sachsen (Grube), 1882	0,72	2	1 Locom. 16 Wagen.	300 Tonnen tägl.
Hohenzollern-Grube, Oberschlesien, 1884	0,75	2	1 Locom. 15 Wagen.	300 t. tägl.
Portrusch, 1883	9,6	1	4	über 100 000 P. b. 1885
Bessbrook, 1885	4,8	1	8	von Sept. 85 bis Jan. 87 150 000 P. u. 15 000 t. j.
Blackpool, 1884	3,2	1 u. 2	10	über 1 000 000 P. i. g.
Brüssel, 1887.			5	
Hamburg, 1886			2	
Baltimore, Md., 1885	3,2	1	6	260 000 P. jährl.
Los Angeles, Cal., 1887	4,8	1 u. 2	8	200 000 „ „
Port Huron, Mich., 1885/86	6,4	1	8	275 000 „ „
Windsor, Can., 1885	3,0	1		200 000 „ „
Highland Park, Detroit, Mich., 1886	5,6	1	2	200 000 „ „
Dix Road, Detroit, Mich., 1886 . .	2,8	1	4	300 000 „ „
Appleton, Wis., 1886	7,2	1 u. 2	8	400 000 „ „
Scranton, Pa., 1886	5,2	1	3	300 000 „ „
Denver, Col., 1886	5,6	1 u. 2	7	500 000 „ „
Montgomery, Ala., 1885/86	17,6	1 u. 2	18	1 000 000 „ „
Orange, N. J., 1887	0,8		1	
Boston, Mass. (Zuckerraffinerie) 1887	ganz kurz innerhalb des Werkes.		1 Locom. 3 Wagen.	ca. 1000 t. tägl.

Eisenbahnen.

Betriebskosten im Ganzen.	Zurückgelegter Weg.	System Zuleitung des Stromes durch	Betriebskraft.
	1 Wag. 24 Fahrten tägl.	Schienen als Hin- und Rückleitung.	Dampfmaschine.
10 Pf. } per Wagen u. km.	76000 } Wagen u. km jährl.	hochgeführte geschlitzte Röhren.	Gaskraftmaschine.
18 Pf.	145000		Dampfmaschine.
20 Pf.	470000		„
6,4 Pf. pro t.	600 Wagen tägl.	hochgeführte ⊥ Schienen.	„
4,2 Pf. pro t.	600 Wagen tägl.		„
13 Pf. pr. Wagen u. km.		Dritte Schiene.	Wasserrad.
21 Pf. pr. Zug u. km.	50000 Zug u. km jährl.		„
weniger als 21 Pf. per Wagen u. km.		Leitung in gedecktem Canal.	Dampfmaschine.
		Accumulatoren.	
16 Mk. pr. Wagen u. Tag.	700 Wag. u. km tägl.	Dritte Schiene und hochgeführter Draht.	„
		1 u. 2 hochgef. Draht.	„
		1 hochgef. Draht.	„
16 Mk. tägl. für die Betriebskraft.	jeder Wag. 100 km tägl.	„ „	
3,20 Mk. tägl. f. Feuer.	jeder Wag. 13 h tägl. 30 Pass., 24 km pr. St.	versenkte Mittelschiene.	„
	v. 6 h früh b. 11 h Nachts	dopp. hochgef. Draht.	„
bei eigener Wasserk. nur 1 Mann Bedien.	17 h tägl.	„ „ „	Turbine.
36 Mk. tägl. f. Betriebsk	jeder Wag. 136 km tägl.	hochgef. Draht.	Dampfmaschine.
6 Mk. tägl. f. Feuerung.		Short u. Nesmith.	„
halb so viel als bei Pferdebetrieb.		hochgef. Draht.	„
		„ „	„
			von einer Lichtmaschine aus betrieben.

Zusatz (zu §. 52).

Der Verfasser hält es dem Zwecke seines Buches für angemessen, dem gegenwärtigen Paragraphen noch einige Bemerkungen über die elektrischen Grundgesetze, sowie eine kurze Darstellung der Grundregeln für die elektrische Arbeitsübertragung hier beizufügen [1]).

1) Eine ausführliche Abhandlung, denselben Gegenstand betreffend, hat mein Neffe (Herr Professor Richard Rühlmann in Chemnitz) in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure geliefert und zwar im Jahrgange 1887, S. 605—608 unter der Ueberschrift: „Ueber elektrische Einheiten und Bezeichnungen".

Sehr empfehlenswerth ist ferner auch eine betreffende übersichtliche Zusammenstellung des Herrn Prof. Hoppe in Clausthal in dem Abschnitte „Elektrotechnik" des (bei Bädeker in Essen erscheinenden) Kalenders für Berg- und Hüttenleute, Jahrgänge 1887 und 1888.

Beide Arbeiten wurden im Nachstehenden meist wörtlich benutzt.

Zunächst zur Erläuterung der Darstellung unseres Textes Folgendes:

Alle in der praktischen Elektricitätslehre vorkommenden Grössen (wie Gauss und Weber gezeigt haben) können auf die Einheiten der Mechanik (Länge, Masse und Zeit) zurückgeführt werden. Als Längeneinheit dient dabei das Centimeter, als Masseneinheit das Gramm (die Masse eines Cubikcentimeters Wasser bei $+ 4^0$C.) und als Zeiteinheit die Sekunde. Dieses von der British Association for the Advancement of Science eingeführte, sogenannte absolute Maasssystem (kurz durch C.G.S. bezeichnet) ist seit den internationalen Congressen ausgezeichneter Physiker (in den Jahren 1881, 1882 und 1884) auch den in der Elektrotechnik verwendeten (drei) Einheiten zu Grunde gelegt worden.

Die Beziehungen einer Grösse oder eines physikalischen Begriffes zu diesen drei Einheiten des absoluten Maasssystems pflegt man die Dimension der betreffenden Grösse zu nennen. So ist z. B., wenn die Geschwindigkeit mit v, der Weg mit s, die Zeit mit t, die Beschleunigung mit j, die Kraft mit f und die mechanische Arbeit mit $\mathfrak{A}$ bezeichnet wird:

Die Grundformel der Mechanik	Die correspondirende Dimension
$v = \frac{s}{t}$	$\dim v = \frac{S}{C} = S.C^{-1}$,
$j = \frac{s}{t^2}$	$\dim j = \frac{C}{S^2} = C.S^{-2}$.

Die Beschleunigung der Schwerkraft, die im Mittel 9,81 m ist, ergiebt sich hiernach im absoluten Systeme zu 981 $C.S.^{-2}$. Als Einheit der Kraft dient diejenige Kraft, welche einer Masse von 1 Gramm per Sekunde eine Beschleunigung (Acceleration) ($= G$) von 1 Centimeter ertheilt; man nennt sie Dyn.

Die beiden wichtigsten Grundgesetze der Elektricitätslehre sind die von Ohm und von Joule.

Vorher sei bemerkt, dass der Widerstand $= w$ eines Körpers (Metalldrahtes) gegen den elektrischen Strom durch die Gleichung dargestellt wird:

$$\text{I. } w = \frac{1}{k} \cdot \frac{l}{a},$$

in welcher l die Länge, a den Querschnitt des Drahtes und k einen Coëfficienten (die specifische Leitungsfähigkeit des Materiales) bezeichnet.

Drückt man die Länge l in Metern, den Querschnitt $a = \frac{d^2 \pi}{4}$ in Quadratmillimetern aus, und nimmt man den Widerstand in Ohm, d. h. im Vielfachen des Widerstandes einer Quecksilbersäule von 1,06 Meter Länge und von 1 Quadratmillimeter Querschnitt, so erhält man (beispielsweise) für Eisen (geglüht) $\frac{1}{k} = 0{,}120$ und für Kupfer (geglüht) $\frac{1}{k} = 0{,}017$ [1]).

Das Ohm'sche Gesetz wird durch die Gleichung dargestellt:

$$\text{Stromstärke} = \frac{\text{Elektromotorische Kraft}}{\text{Widerstand}},$$

oder kürzer durch:

$$\text{II. } i = \frac{e}{w} \; {}^{2)},$$

sodass

$$\text{III. } w = \frac{e}{i} \text{ ist.}$$

Die Grundformel der Mechanik	Die correspondirende Dimension
$f = G \frac{v}{t} = G \frac{s}{t^2}$	$\dim f = G.C.S.^{-2}$
$\mathfrak{A} = fs = G \frac{s^2}{t^2}$	$\dim \mathfrak{A} = G.C.^2S.^{-2}$

1) Kupferdraht ist ungefähr 6mal so theuer als Eisendraht, leitet aber nach Obigem (Annäherungswerthe) $\frac{120}{17} = 7$mal besser als Eisen. Dennoch wendet man der grösseren Festigkeit wegen bei Telegraphenleitungen und elektrischen Transmissionen in der Regel Eisendraht an.

2) Statt dieser Gleichung schreibt man auch

$$1 \text{ Ampère} = \frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ Ohm}},$$

zur Erinnerung an die Physiker gleichen Namens, welche sich um die Ermittlung der betreffenden Gesetze verdient gemacht haben.

1 Volt kann man (annäherungsweise) als elektromotorische Kraft eines sogenannten Daniel'schen (Zink-Kupfer-) Elementes betrachten. (Genau genommen ist diese Kraft die Differenz der Potentiale, welche die beiden Metalle besitzen, wenn das genannte Element ungeschlossen ist.)

Das zweite der vorgenannten Gesetze, das des Engländers Joule[1]), bezieht sich auf die Erwärmung der elektrischen Leiter und lautet:

„Wenn w der Widerstand irgend eines vom Strome, dessen Stärke i, durchlaufenen Leiters ist, so erhält man für die in demselben in einer Sekunde entwickelte Wärmemenge Q (in Calorien) ausgedrückt, die Gleichung:

$$\text{IV.} \quad Q = k_1 i^2 w.$$

k_1 ist, wenn i in Ampère, w in Ohm gemessen und Q in Grammcalorien ausgedrückt wird:

$$k_1 = 0{,}24014.$$

Die Stromstärke, welche durch eine elektromotorische Kraft, $e = 1$ Volt, beim Widerstand $w = 1$ Ohm erzeugt wird, nennt man 1 Ampère.

Für praktisch elektrische Messungen und Berechnungen benutzt man, um unförmig grosse oder unförmig kleine Zahlen zu vermeiden, nicht die C.G.S.-Einheiten selbst, sondern nach den Beschlüssen der bereits erwähnten Pariser elektro-technischen Commission, decimale Multipla und Submultipla, d. h. sogenannte

Praktische Einheiten.

Hiernach ergiebt sich folgende Uebersicht:

	Mathem. Ausdruck für die elektrotechn. Grösse.	Die correspondirende Dimension in praktischen Einheiten.
Die Stromstärke $= i$	$i = \frac{s^{\frac{1}{2}} G^{\frac{1}{2}}}{t} = s^{\frac{1}{2}} G^{\frac{1}{2}} t^{-1}$	1 Ampère $= 10^{-1} C^{\frac{1}{2}} G^{\frac{1}{2}} S^{-1}$ (= A)
Elektromagnet. Kraft $= e$	$e = \frac{G^{\frac{1}{2}} s^{\frac{3}{2}}}{t^2}$	1 Volt $= 10^8 C^{\frac{3}{2}} G^{\frac{1}{2}} S^{-2}$ (= V)
Widerstand $= w$	$w = \frac{e}{i} = \frac{s}{t}$	1 Ohm $= 10^9 C S^{-1}$ (= Ω)

1) James Prescott Joule, ein Bierbrauer in Salford bei Manchester, wurde in letzterer grossen Fabrikstadt Englands am 24. December 1818 geboren, widmete sich neben seinem Geschäfte, aus Liebe zur Wissenschaft, der Physik, und machte sich derartig durch erfolgreiche Experimente in dem Gebiete der mechanischen Wärmetheorie und der Elektricität verdient, dass er 1850 zum Mitgliede der Royal Society of England erwählt wurde. Eine ausführlichere Biographie mit Angabe und Besprechung seiner vorzüglichsten Arbeiten findet sich im 2. Bande S. 922 der Mechanischen Wärmetheorie (meines Neffen) des Prof. Richard Rühlmann in Chemnitz. Ausführlich werden seine vielfachen Abhandlungen in Poggendorff's Bibl.-Liter. Handwörterbuche, Bd. 1 S. 1203 ff. verzeichnet. Joule gebührt vor Allem das Verdienst, die wichtige Grösse $A = 424$ mk, das mechanische Wärmeäquivalent, zuerst zuverlässig bestimmt zu haben, obwohl es ebenso zweifellos ist, dass Mayer in Heilbronn zuerst auf die Existenz dieser unentbehrlichen Constante hingewiesen hat.

Beachtenswerth ist die Sammlung von Joule'schen Abhandlungen, welche von Spengel in einem Bändchen (Braunschweig 1872) unter dem Titel veröffentlicht wurde: „Das mechanische Wärmeäquivalent".

Entfernt man aus (IV) mit Hülfe der Gleichung (III) den Werth w, so ergiebt sich:

$$\text{V.} \quad Q = k_1 \, . \, i \, . \, e.$$

Nach dem Grundsatze, dass die Wärme und Arbeit äquivalent sind, kann aber das Product $i \, . \, e$ Nichts anderes sein, als das bekannte Maass für eine mechanische Arbeit. In der That erhellt aus dem Vergleiche der Arbeit, welche einem fliessenden Wasser innewohnt, dass das Ampère (die Stromstärke $= i$) die Wassermenge, und das Volt (die elektromotorische Kraft $= e$) das Gefälle (die Druckhöhe) repräsentirt, folglich auch das Product aus 1 Ampère $\times$ 1 Volt die Einheit der elektrischen Arbeitsgrösse darstellt.

Beachtet man noch, dass der Coëfficient k_1 in Gleichung (V) Nichts anderes als $\frac{1}{9{,}81}$ ist[1]) und wenn ferner Q in Grammcalorien (1 g Wasser um 1° C. erwärmt) ausgedrückt wird, so folgt wegen $\left(\frac{424}{1000} = 0{,}424\right)$:

$$0{,}424 \, . \, Q = \frac{i \, . \, e}{9{,}81}, \text{ d. i.}$$

$$\text{VI.} \quad Q = \frac{i \, . \, e}{4{,}16}.$$

Ferner ergiebt sich aus V für die sekundlich verrichtete mechanische Arbeit (oder elektrische Energie) $= A$, in Meterkilogrammen:

$$\text{VII.} \quad A = \frac{i \, . \, e}{9{,}81}.$$

In Maschinenpferdekräften (à 75 mk per Sekunde) $= N$ ausgedrückt, also

$$75 \; N = \frac{i \, . \, e}{9{,}81}, \text{ d. i.}$$

$$N = \frac{i \, . \, e}{735{,}75}, \text{ oder genau genug:}$$

$$\text{VII.} \quad N = \frac{i \, . \, e}{736}.$$

Hierbei werde bemerkt, dass wir statt der Zeichen HP. (Horse Power) und PS. (Pferdestärke) unserer Benennung entsprechend, hier und in der Folge stets MP. (Maschinenpferde) schreiben werden.

Wir sind nunmehr soweit gelangt, dass wir Grundregeln für einen elektrischen Fernbetrieb aufstellen können und hierzu den sogenannten ökonomischen Wirkungsgrad (das Güteverhältniss) der Arbeitsübertragung $= \mathfrak{g}$ benutzen, zu welchem wir in folgender Weise gelangen:

Es nehme der Stromerzeuger (die primäre Dynamomaschine) N_1 Maschinenpferde an seiner Riemenscheibe auf, so ergiebt sich nach vorstehenden Erörterungen und Bezeichnungen die Gleichung:

1) Die Dimension des elektrischen Effects (Arbeit) in C.G.S.-Einheiten wird sonach (zufolge S. 800 Note) ausgedrückt durch: 1 $VA = 10^7 \, C^2 \, GS^{-3}$.

$$\text{IX.}\quad \alpha_1 \,.\, N_1 \,.\, 736 = i \,.\, e,$$

wobei α_1 ein Coëfficient (kleiner wie Eins) ist, der von der Construction der Maschine abhängt.

Für kleinere Maschinen, bis 5 ℔., kann man $\alpha_1 = 0{,}80$ nehmen, für mittelgrosse Maschinen (5 ℔. bis 25 ℔.) $\alpha_1 = 0{,}90$ und für ganz grosse Maschinen $\alpha_1 = 0{,}95$ setzen. Bei den Arbeitsübertragungsversuchen Kriegstetten-Solothurn ist angenähert sogar $\alpha_1 = \alpha_2 = 0{,}96$.

Bezeichnen ferner w_1 und w_2 bezw. die inneren Widerstände des Stromerzeugers und des (elektrischen) Motors, ist W der Leitungswiderstand der Hin- und Rückleitung, welche Stromerzeuger und Motor verbindet, so gehen von der erzeugten elektrischen Energie $i \,.\, e$ nach dem Joule'schen Gesetze (Gleichung IV) verloren, d. h. werden in Stromwärme umgesetzt:

$$(w_1 + w_1 + W) \,.\, i^2 \text{ Volt Ampère.}$$

Ist dann weiter der α_1 entsprechende Coëfficient für den elektrischen Motor gleich α_2, so werden an der Riemenscheibe des Motors (der Secundär-Dynamomaschine) N_2 Maschinenpferde abgegeben und zwar ist

$$\text{X.}\quad N_2 = \alpha_2 \left\{ \frac{736 \,.\, \alpha_1 \,.\, N_1 - (w_1 + w_2 + W) \,.\, i^2}{736} \right\}.$$

Der ökonomische Wirkungsgrad $= \mathfrak{g}$ ist alsdann nach (IX) und (X):

$$\mathfrak{g} = \alpha_2 \left\{ \frac{736\, \alpha_1\, N_1 - (w_1 + w_2 + W) \,.\, i^2}{736\, N_1} \right\}.$$

Nach Ausführung der Division erhält man ferner:

$$\mathfrak{g} = \alpha_2 \left\{ \alpha_1 - \frac{(w_1 + w_2 + W) \,.\, i^2}{736\, N_1} \right\}.$$

Führt man hier für N_1 den mit (IX) bezifferten Werth ein, so ergiebt sich weiter:

$$\mathfrak{g} = \alpha_2 \left\{ \alpha_1 - (w_1 + w_2 + W) \frac{\alpha_1\, i}{e} \right\}$$

und endlich

$$\text{XI.}\quad \mathfrak{g} = \alpha_1 \alpha_2 \left\{ 1 - (w_1 + w_2 + W) \frac{i}{e} \right\}$$ [1].

Diese Formel lässt alle bei elektrischer Arbeitsübertragung zu beachtenden Gesichtspunkte erkennen.

α_1 und α_2 müssen möglichst gross genommen werden, d. h. man muss möglichst grosse Maschinen bei voller Belastung anwenden (bei unvollständiger Belastung wächst nämlich α beträchtlich).

1) Deprez und auch Fontaine wählten bei ihren vielfachen Versuchen $i = 9$ bis 10 Ampère, $e = 6000$ Volt, $W = 100$ Ohm und erhielten alsdann bei einer Uebertragung von $N_1 = 100$ ℔. auf 50 km Entfernung, den Wirkungsgrad $\mathfrak{g} = 0{,}45$ beziehungsweise $\mathfrak{g} = 0{,}52$. Man vergleiche hierüber die betreffenden Abhandlungen der Elektrotechnischen Zeitschrift Bd. VII, S. 380 und Bd. VIII S. 85. Bei der Arbeitsübertragung von Kriegstetten nach Solothurn ist ungefähr $i = 10$ Ampère, $e = 2000$ Volt, $W = 9{,}1$ Ohm. Die Entfernung der zwei Stromerzeuger von den beiden Motoren beträgt 8 km, der erzielte Wirkungsgrad $\mathfrak{g} = 75\%$. Vergl. Elektrotechnische Zeitschrift Bd. IX (1887), S. 78.

Man muss ferner Maschinen mit thunlichst kleinen inneren Widerständen w_1 und w_2 verwenden. Die Hin-Rückleitung muss aus möglichst dickem, bestleitendem Materiale hergestellt werden, um W, auf dessen Betrag es vor allen Dingen ankommt, so klein als möglich zu machen. Endlich muss man mit möglichst kleiner Stromstärke i und mit recht hoher Spannung (Elektromotorischer Kraft) e arbeiten.

§. 53.

Schlussbetrachtungen.

Nach Vorstehendem verbleibt nur die Erörterung und Beantwortung der Frage übrig, welchem von den Mitteln (Atmosphärische Luft §. 49, Wasser §. 50, Drahtseil §. 51 und Elektricität §. 52), mechanische Arbeiten auf grosse Entfernungen überzutragen, der Vorzug vor dem andern zu geben ist[1]). Erfreulicher Weise geht die Beantwortung dieser Frage aus dem Inhalte der genannten Paragraphen fast von selbst ohne Weiteres hervor, und zwar dahingehend, dass sie nur theilweis eine entscheidende Antwort zulässt, im Allgemeinen aber von Fall zu Fall entschieden werden muss.

Dass sich atmosphärische Luft unter besonderen Umständen, namentlich für Bergwerkszwecke und Tunnelbauten sehr gut bewähren kann, erhellt aus mehreren vorher aufgeführten Beispielen, u. A. aus einer Ausführung Kley's bei den (S. 605, Note 4) besprochenen Gewinnungsarbeiten (von Silber, Blei und Zinn) der Verlauer Gewerkschaft unweit St. Goar am Rhein und noch mehr aus den mehrfach empfohlenen Abhandlungen Haslacher's über den Betrieb unterirdischer Maschinen (S. 483 und S. 603, Note 2). Welchen Nutzen Lufttransmissionen, insbesondere bei Tunnelarbeiten, gewähren können, wo man gleichzeitig höchst vortheilhafte Ventilationen zu bewirken vermag, erhellt beispielweise aus den S. 600 besprochenen Arbeiten am Mont Cenis-, S. 606 am Gotthard- und S. 605 am Arlberg-Tunnel. Ferner dürfte noch der Anwendung von Lufttransmissionen bei den §. 30 besprochenen

1) Nicht nur unzweckmässig, sondern geradezu unmöglich ist es, mechanische Arbeiten durch steife Wellenverbindungen oder durch Riemen auf grosse Entfernungen fortzupflanzen. Hinsichtlich eiserner Wellen wurde dies bereits S. 740, Note 3, wenn auch kurz, so doch hinlänglich erörtert. Eben so wenig brauchbar sind hierzu Riemen (einfache oder doppelte). Sollen diese ruhig, ohne grosse Schwingungen, ohne sogenanntes Schlagen, dauernd arbeiten, so wird man die Distanz der Scheibenachsen von 10 Meter, höchstens 15 Meter nicht wohl überschreiten dürfen, will man anders besondere mechanische Hülfsmittel, beispielsweise geeignete Unterstützungsrollen, vermeiden. Hanfseiltransmissionen eignen sich gleichfalls nur für verhältnissmässig geringe Entfernungen und dann nur für bedeckte Räume.

pneumatischen Fundirungen, so wie (wenn auch entfernter) bei der Liernur'schen pneumatischen Canalisation zu gedenken sein[1]).

Schliesslich verdient auch die Anlage für Arbeitsübertragung durch Pressluft (für Kleingewerbe) erwähnt zu werden, die man namentlich in Birmingham als gelungen bezeichnet[2]).

Wasser als Fernbetriebmittel lässt sich, wenn bestimmt vorliegende Verhältnisse und Umstände hierzu günstig sind, ebenfalls vortheilhaft und zwar zunächst wieder für Bergwerkszwecke verwenden, wozu der Verfasser zunächst nur auf die Mittheilungen über „Wassertransmission“ S. 766—777 zu verweisen braucht, die er den Herren Gebrüder Sulzer in Winterthur verdankt, so wie auf Berichte über die unter Verwendung hochgespannten Wässer als Motor verrichteten Arbeiten in den Tunneln am Sonnenstein (S. 642), am Gotthard (S. 643) und am Arlberg (S. 645).[3])

Zur Drahtseiltransmission wird man greifen müssen, wenn die Fernleitung überall in freier Luft fortgeführt werden kann, die Betriebslänge wenigstens 15 bis 20 Meter beträgt und diese Distanz als Maximum 1000 Meter nicht viel überschreitet. Zu beachten ist hierbei, dass kein anderer Fernbetrieb so hohe Nutzeffecte (durchschnittlich 90%) liefert, als der durch Drahtseile.

Weniger vortheilhaft gestaltet sich allerdings der Drahtseilbetrieb, wenn derselbe in vielen Abzweigungen ausgeführt werden muss, wie dies insbesondere der Fall sein würde, wenn man von einer bestimmten Motorenstelle aus, die daselbst entwickelte (bewegende), mechanische Arbeit nicht in geraden Strecken, sondern in vielfach gebrochenen geraden Linien fortpflanzen muss, mehr oder weniger winklige Stadtstrassen zu verfolgen hat etc.

In Fällen letzterer Art dürfte ebenfalls die elektrische Transmission in Betracht zu ziehen sein und eigentlich vorzugsweise nur im Kostenpunkte besondere Erwägungen erfordern[4]).

1) Ueber Verwendung atmosphärischer Luft zu Bergwerksbetrieben handeln auch zwei schätzenswerthe Abhandlungen der Herren Prof. Herrmann in Aachen und Prof. Schulz ebendaselbst in der Zeitschr. d. V. d. Ingenieure, Jahrgang 1884, S. 601, und S. 176 etc.

2) Die engl. Zeitschr. „Engineering“, Febr. 1885, S. 122, und daraus in der Zeitschr. des Hannnov. Arch. u. Ing.-Vereins, Jahrg. 1885, S. 650.

3) Vor einigen Jahren gewann Prof. Herrmann in Aachen eine Preisaufgabe, darin bestehend, für den Betrieb einer Kupfergrube in der Entfernung von 1000 m und in 500 m Tiefe eine Arbeitskraft von 10 Maschinenpferden verfügbar zu machen. Zur Lösung war hochgespanntes Wasser (von 60 Atmosphären Pressung) in Vorschlag gebracht, wozu die erforderliche Druckhöhe durch Accumulatoren erzeugt wurde. Man sehe hierüber die Zeitschr. d. Vereins d. Ing. 1884, S. 602.

4) Der Verfasser hält es hier für besondere Pflicht nochmals auf die betreffende werthvolle Arbeit des Herrn Prof: Schulz in Aachen aufmerksam zu machen, die unter der Ueberschrift: „Die Zukunft der elektrischen Kraftübertragung beim Bergbaue“ im Jahrg. 1884, S. 149 etc. der Zeitschr. d. V. Deutscher Ingenieure, abgedruckt wurde.

Hinsichtlich des wichtigen Kostenpunktes elektrischer Fernbetriebe, hat Herr Maschinen-Ingenieur Beringer in Berlin das nicht geringe Verdienst der Erste gewesen zu sein, der in der unten angegebenen (gekrönten) Preisschrift[1]), die Frage vom kaufmännisch-technischen (nicht blos vom physikalischen) Standpunkte aus, beleuchtet hat[2]).

Die Arbeit des Herrn Beringer hat zwar nicht (in dem entscheidensten Theile durch Aufstellung von Tabellen u. s. w.) für die Kostenfrage sichere Anhaltspunkte geliefert und darin nicht den erstrebten Beifall erlangt[3]), indess ist zu beachten, dass dem Verfasser so gut wie keine praktischen Erfahrungen zu Gebote standen und dass ihm im theoretischen Theile das Verdienst gebührt, zuerst einfache, brauchbare, mathematische Formeln (a. a. O., von §. 2 bis mit §. 5) für betreffende Rechnungen und insbesondere für die Nutzeffecte geliefert zu haben.

Unter den jüngsten literarischen Arbeiten, welche sich auf elektrischen Fernbetrieb beziehen, dürfte die unten (Note 4) genannte von Cabanellas

1) „Kritische Vergleichungen der Elektrischen Kraftübertragung mit den gebräuchlichsten mechanischen Uebertragungstystemen“. Von A. Beringer, K. P. Regierungs-Maschinenbauführer. Berlin 1883.

2) Referent bedauert des Raummangels wegen die zur Beurtheilung der Kosten der vier Haupt-Fern-Transmissionen (nach Preis für die nutzbare Maschinenpferdekraft und Stunde, a. a. O., S. 98 und 99) hier nicht wieder geben zu können. Beim Endschlusse wird (S. 100) hervorgehoben, dass, wenn ein Wassermotor zur Disposition steht, die Uebertragung mechanischer Arbeiten durch Elektricität bis zu 20 Kilometern Distanz (selbst bei sonst weniger günstigen Verhältnissen) ohne Bedenken als ökonomisch bezeichnet werden kann. Hinsichtlich der Nutzeffecte Folgendes:

	Betriebslänge in Metern	100	500	1000	5000	10000	20000
Nutzeffecte	Drahtseil	0,96	0,93	0,90	0,60	0,36	0,13
	Elektricität	0,69	0,68	0,66	0,60	0,51	0,32

3) Nach Ermessen des Verfassers der Allgemeinen Maschinenlehre, hat Herr Professor Dietrich an der Technischen Hochschule Stuttgart die Beringer'sche Arbeit in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Jahrg. 1884, S. 273 bis mit S. 278, am richtigsten mit Sachkenntniss ohne Vorurtheil und mit Anerkennung beurtheilt. Prof. Dietrich's Arbeit verdient überhaupt schon an sich gelesen zu werden, weshalb noch erwähnt werden mag, dass sie die Ueberschrift trägt: „Die elektrische Uebertragung grosser Arbeitskräfte auf grosse Entferuungen“. Auch abgedruckt in der (Berliner) Elektrotechnischen Zeitschrift, Jahrg. 1884, S. 307—315.

4) Die Arbeit trägt die Ueberschrift: „Mémoire sur les principes théoriques et conditions techniques de l'application de l'électricité au transport et a la distribution de l'énergie sous ses principales formes Chaleur, Lumière, Électricité, Action-Chimiques etc. Par Cabanellas. Abgedruckt im Jahrgange 1887 der „Mémoires etc. de la Société des Ingenieurs Civils.“ Premier Volume, pag. 34—153.

sein, welche mit besonderer Anerkennung zu nennen ist, leider wieder dem Zwecke unseres Buches entsprechend und des Raummangels wegen sich hier einer speciellen Erörterung entzieht, jedenfalls aber dem mit entsprechenden mathematischen Kenntnissen ausgestatteten Fachmanne empfohlen werden muss.

Was nun schliesslich noch die wichtige Frage betrifft, an welchen Orten zur Zeit sichere, zuverlässige Erfahrungen über ausgeführte, im Betriebe befindliche elektrische Transmissionen mechanischer Arbeiten auf grosse Entfernungen zu holen wären, so sind es (abgesehen von den bereits S. 795 erörterten elektrischen Eisenbahnen) eigentlich nur die beiden Stellen Paris-Creil, an der französischen Nordbahn, und Kriegsstetten-Solothurn in der Schweiz[1]. Auf der erstgenannten Linie (51 Kilometer Länge) experimentirt der französische Physiker und Mechaniker Marcel Deprez[2], unter Mitwirkung der Pariser Akademie der Wissenschaften, im Auftrage des Barons Rothschild (d. h. mit dem Gelde dieses Banquiers), während man an der zweiten Stelle bereits die Aufgabe gelöst hat, die von einer Turbine in Kriegsstetten entwickelte mechanische Arbeit von circa 40 MP nach Solothurn mittelst Elektricität auf 7600 Meter Entfernung überzutragen und an letzterem Orte zum Betriebe einer Baumwollenspinnerei zu verwenden[3].

Was nun zunächst die Versuche von Deprez betrifft, so ist anzuerkennen, dass diese allerdings bereits mancherlei werthvolle Ergebnisse geliefert haben, jedoch auch für daraus zu bildende bestimmte (allgemeine) Schlüsse zu unsicher, mit Irrthümern und Unrichtigkeiten gemengt sind, also für bestimmt zu beantwortende Fragen mehr oder weniger als unbrauchbar bezeichnet werden müssen.

Erfreulich und nützlich war es daher, dass (neuerdings) auf derselben Linie von der Gramme-Gesellschaft, unter persönlicher Mitwirkung von Gramme und Fontaine (S. 793 u. 802), Gegenversuche angestellt wurden. Die dabei gewonnenen Ergebnisse sind an sich schon höchst beachtenswerth, haben aber insbesondere einen werthvollen Beitrag für die Beurtheilung des technischen Werthes der von Deprez mit so grossen Mitteln (zwischen Creil und Paris) angestellten Uebertragung elektrischer Energie geliefert.

Zum Vergleiche der beiderseitigen Versuche entnehmen wir der (unten Note 2) notirten Arbeit meines Neffen nachstehende kleine Tabelle:

1) Ueber allgemeine Versuche „elektrische Kraft- (richtig Arbeits-) Uebertragung" betreffend, sehe man in reichhaltigen Literaturangaben in dem bereits (S. 795) genannten Buche des Dr. Strecker in Berlin (Fortschritte der Elektrotechnik), S. 156—165.

2) Ueber Deprez' Versuche wurde neuerdings besonders von meinem Neffen (Herrn Professor Richard Rühlmann in Chemnitz) in folgenden Journalen berichtet: a) „Elektrotechnische Zeitschrift", Jahrgang 1886, Seite 380 etc.; b. „Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure", Jahrgang 1887, Seite 325 etc.

3) Bereits S. 802 erwähnt.

	Deprez.	Fontaine.
Gewicht der Stromerzeuger	37000 kg	4800 kg
Gewicht der Stromempfänger . . .	23000 „	3600 „
Preis der elektrischen Maschinen . .	80000 Franken	16450 Franken
Mittlere Stromstärke	9,85 Ampère	9,34 Ampère
Klemmspannung a. d. Stromerzeugern	6004 Volt	5896 Volt
Umdrehzahl der Stromerzeuger . .	218 (p. m.)	1298 (p. m.)
Umdrehzahl der Stromempfänger . .	295 (p. m.)	1120 (p. m.)
Vom Stromerzeuger aufgenommene mechanische Energie	116 MP	96 MP
Vom Stromempfänger abgegebene mechanische Energie	52 MP	50 MP
Wirthschaftlicher Wirkungsgrad der Energieübertragung	44,8 %	52 %

Die zweite (neueste) Erfahrungsquelle über elektrische Fernbetriebe, die von Kriegsstetten-Solothurn[1]), hat anfänglich zu Misstrauen, Missverständnissen und zu ungünstigen Kritiken[2]) Veranlassung gegeben. Durch die allerjüngsten (neueren) von höchst vertrauenswürdigen Männern angestellten, einwurfsfreien Versuche, wurde die Sache in ein sehr günstiges Licht gestellt, so dass die Resultate dieser Versuche in der That zu nicht geringen Hoffnungen berechtigen, „sobald man dabei die finanzielle Frage ausser Acht lässt“[3]).

1) Resultate der Versuche über elektrische Kraftübertragung (sollte heissen „Arbeitsübertragung“) mittelst Dynamomaschinen, System Brown, vorgenommen in der Maschinenfabrik Oerlikon am 29. Nov. 1886. In (Uppenborn's) Centralblatte der Elektrotechnik, Jahrg. 1887, S. 162.

2) „Die Versuche der Uebertragung mechanischer Energie auf elektrischem Wege in der Maschinenfabrik Oerlikon“; Elektrotechnische Zeitschrift (Jahrgang 1887, S. 229 etc.) von Professor Richard Rühlmann in Chemnitz.

3) Nach Anstellung und Veröffentlichung der Versuche in der Maschinenfabrik Oerlikon hielt in der Generalversammlung des Schweizer Ingenieur- und Architekten-Vereins von 1887 der bereits genannte Maschinen-Ingenieur Brown einen Vortrag über „Die elektrische Kraftübertragung zwischen Kriegsstetten und Solothurn“, welche in Nr. 8 der Schweizerischen Bauzeitung (vom 20. August 1887, S. 47) abgedruckt wurde und dem wir Folgendes entnehmen:

„Wie bereits (oben, S. 806) erwähnt, steht in Kriegsstetten die mechanische Arbeit einer Turbine von circa 40 MP zur Disposition. Neben diesem mechanischen Motor sind zwei (Brown'sche) Dynamomaschinen aufgestellt, welche die Arbeit der Turbine in elektrische Energie (als Stromgeber) umsetzen. Die Leitung zwischen den fast 8 Kilometer entfernten Stationen, dient dazu die genannte Energie nach Solothurn zu transportiren. Die Leitung besteht aus 3 Drahtsträngen elektrolytischen Kupfers von je 6 mm Durchmesser und wird von

Dem besonderen Interesse an meinem Buche und der grossen Güte des Chefs der Firma Escher, Wyss & Co., Herrn Naville in Zürich, verdanke ich eine übersichtliche Mittheilung über die vorgenannten am 11. und 12. October 1887 (von einer Commission, bestehend aus den Herren Professor Weber, Veith am Polytechnikum in Zürich, Herrn Amsler-Lafond in Schaffhausen u. m. A.) angestellten Versuche, der ich nachbemerkte Resultate entlehne:

Es wurde zu den Messungen am 11. October eine primäre und eine secundäre Maschine benutzt; dagegen wurden bei den Messungen am 12. October beide vorhandenen primären und beide secundären Maschinen in Anwendung gebracht.

Die verschiedenen erhaltenen Nutzeffecte (Güteverhältnisse)

den commerciellen der primären Maschinen $= \mathfrak{g}_1$ gesetzt,
den commerciellen der secundären Maschinen $= \mathfrak{g}_2$ gesetzt,
den elektrischen der primären Maschinen $= \mathfrak{g}_3$ gesetzt,
den elektrischen der secundären Maschinen $= \mathfrak{g}_4$ gesetzt,
den Nutzeffect der elektrischen Uebertragung $= \mathfrak{g}$ gesetzt,

sind in der folgenden Tabelle verzeichnet:

Stangen in Abständen von ca. 40 Metern getragen. Durch Flüssigkeitsisolatoren wird eine vollständige Isolation der Leitung von der Erde erzielt etc. etc.

In der Secundärstation Solothurn stehen zwei Dynamomaschinen (elektrische Motoren), welche die von der Primärstation durch die Leitung herbeigeführte Elektricität wieder in mechanische Arbeit umwandeln. Die Tourenzahl dieser Motoren ist dieselbe wie die der Generatoren, nämlich ca. 700 pro Minute. Nach mehreren anderen (interessanten) Notizen unserer Quelle werden nahe dem Schlusse des Vortrags besonders folgende Vortheile des elektrischen Fernbetriebes hervorgehoben:

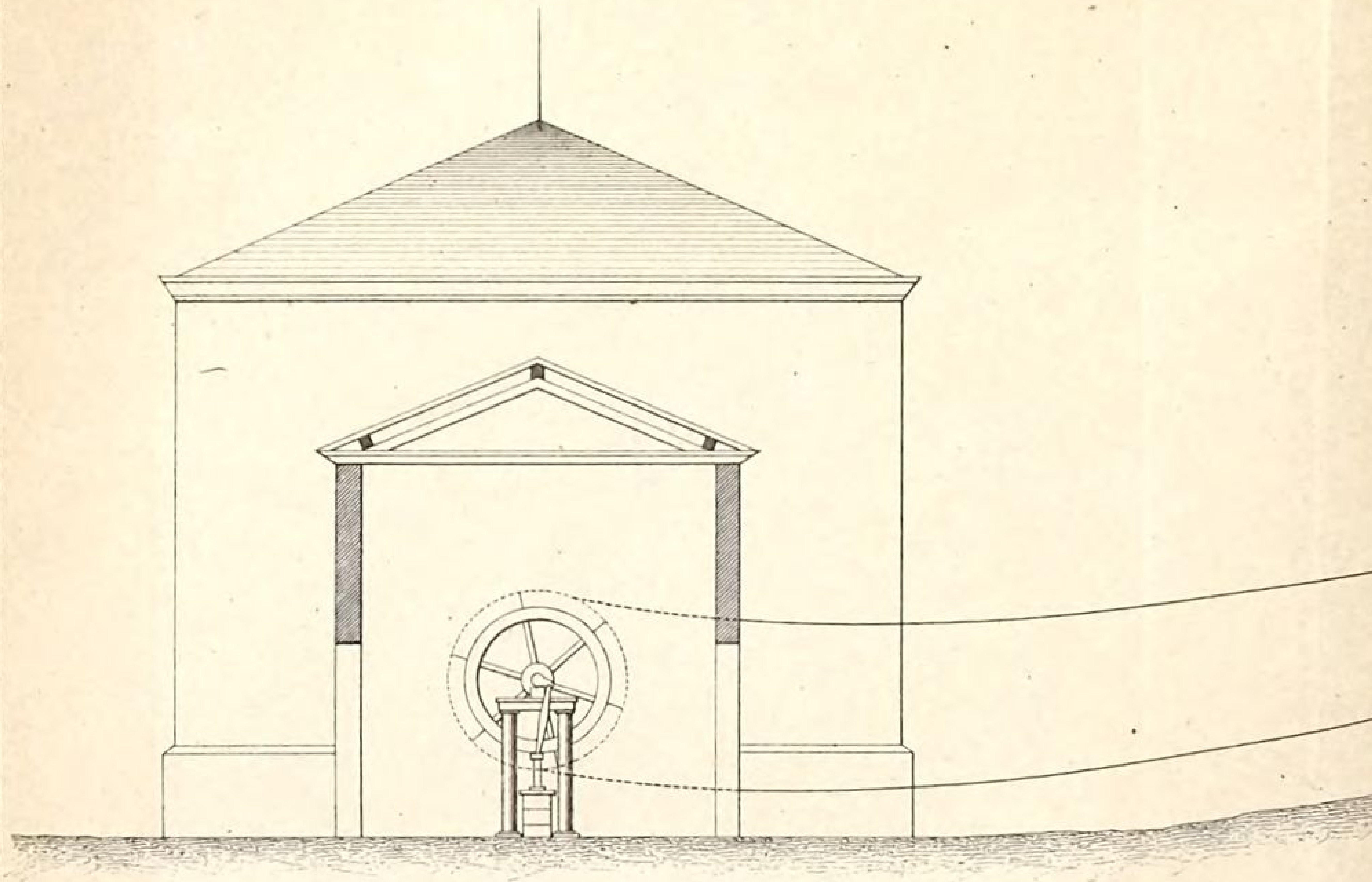
„In der Leitung, welche den elektrischen Strom führt, kann keine mechanische Kraft entdeckt werden, wie dies bei Wellen, Riemen, Seilen etc. der Fall ist. Der Stromleiter ist sauber, kalt, bewegt sich nicht und scheint gänzlich indifferent. Er kann gebogen, bewegt oder in irgend welcher Art verschoben werden, während er viele Maschinenpferde transportirt. Ausserdem kann er um scharfe Ecken gebracht werden, besitzt ein geringes Gewicht und lässt sich mit grösserer Leichtigkeit wie jedes andere Transmissionsmittel befestigen etc. Ueberdies gewährt dieselbe noch den Vortheil, dass kein Lärm, kein Rauch, kein Schmutz und kein Geruch während der Uebertragung entsteht etc. etc.".

Jedenfalls möchten auch noch manche andere Punkte, besonders die Anlagekosten, in Betracht gezogen werden, und darüber giebt die mehrfach citirte Quelle keine Auskunft. Eben so wenig berührt der ausführlichere Bericht des Herrn Professor Weber in Zürich die Finanzfrage (Züricher Schweizerische Bauzeitung. Nr. 1 u. 2, Bd. XI, Jahrg. 1888).

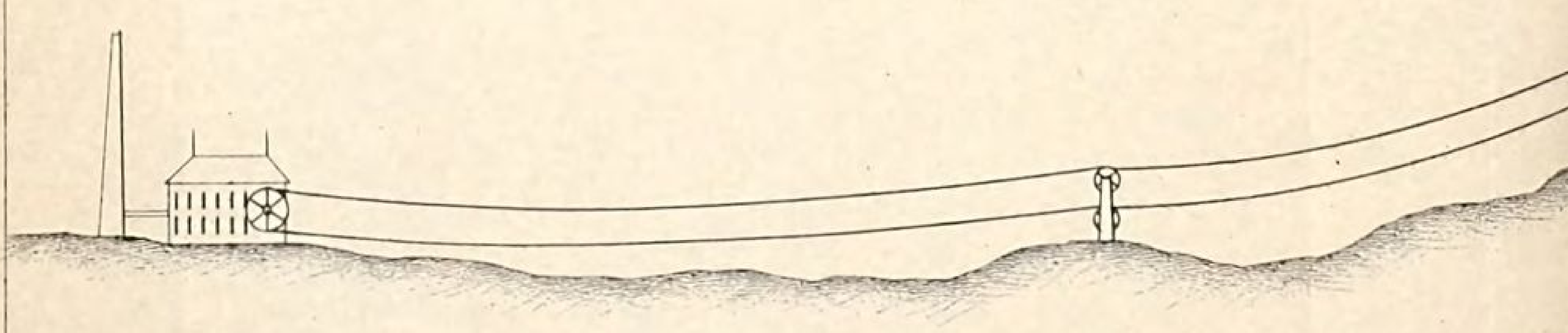
Zeit	g_1	g_2	g_3	g_4	g	
11. October. 3 Stunden 52 Minuten	0,862	0,891	0,908	0,937	0,683	Ein Paar Maschinen
11. October. 4 Stunden 15 Minuten	0,869	0,871	0,906	0,913	0,682	
12. October. 1 Stunde 45 Minuten	0,825	0,903	0,928	0,948	0,752	Zwei Paar Maschinen
12. October. 2 Stunden 8 Minuten	0,887	0,882	0,916	0,914	0,746	

Ende des IV. Bandes.

Buchdruckerei von Eugen Appelhans in Braunschweig.



Disposition zu ei



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Drahtseil-Transmissionen nach Ferdinand Hirn's Erfindung.

Fig. 1.

Disposition einer Drahtseil-Transmission mit Stationspfeilern.


Fig. 2.

Disposition zu einer Drahtseil-Transmission bei Überschreitung eines Berggipfels.

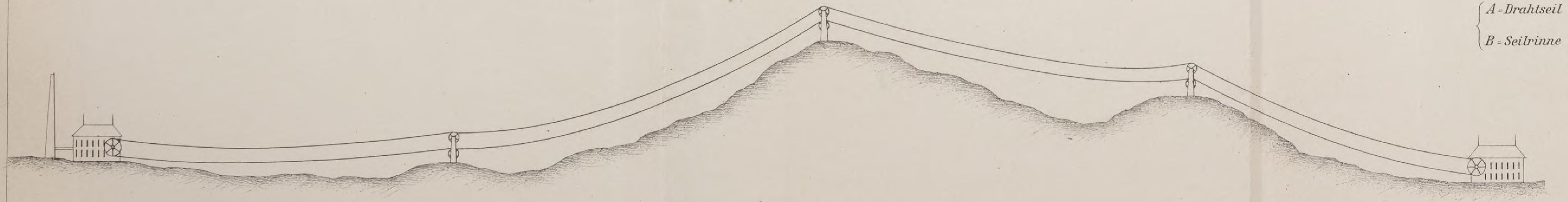


Fig. 5.

Querschnitt vom Kranze einer Seilscheibe.

(Wahre Größe).

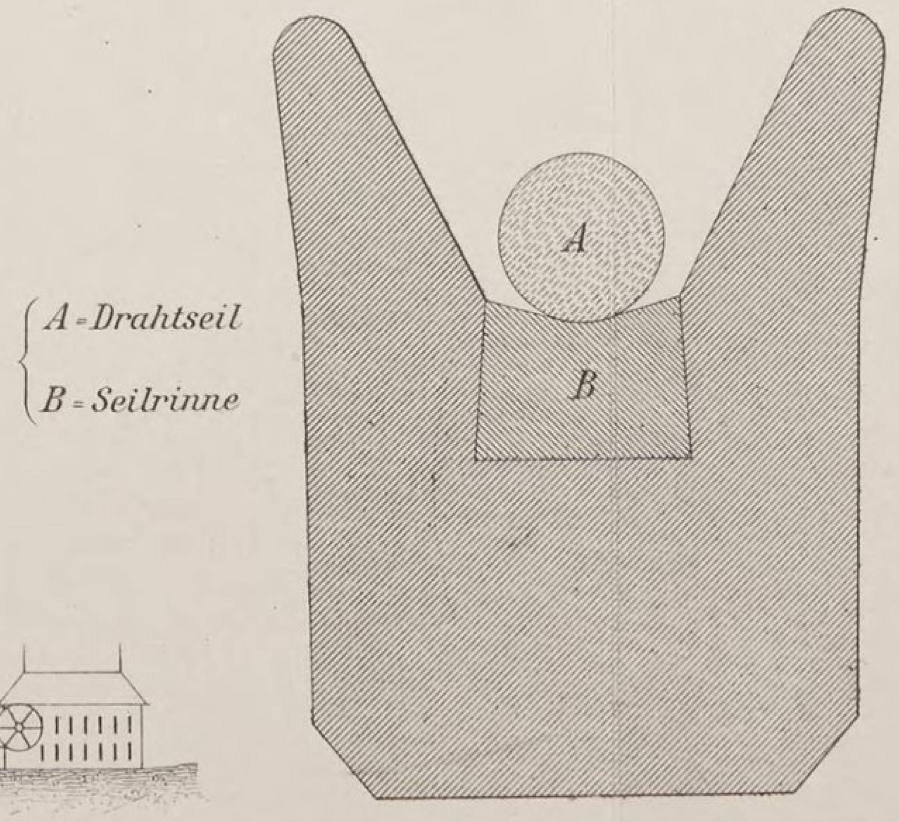


Fig. 3.

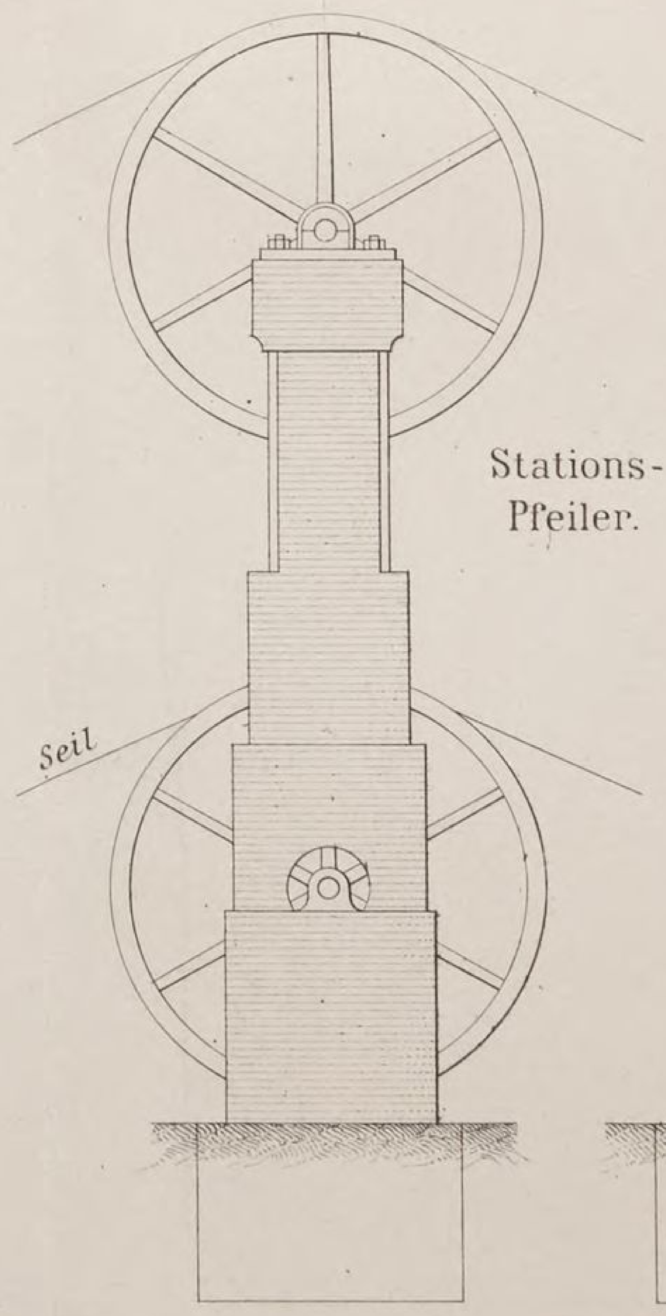
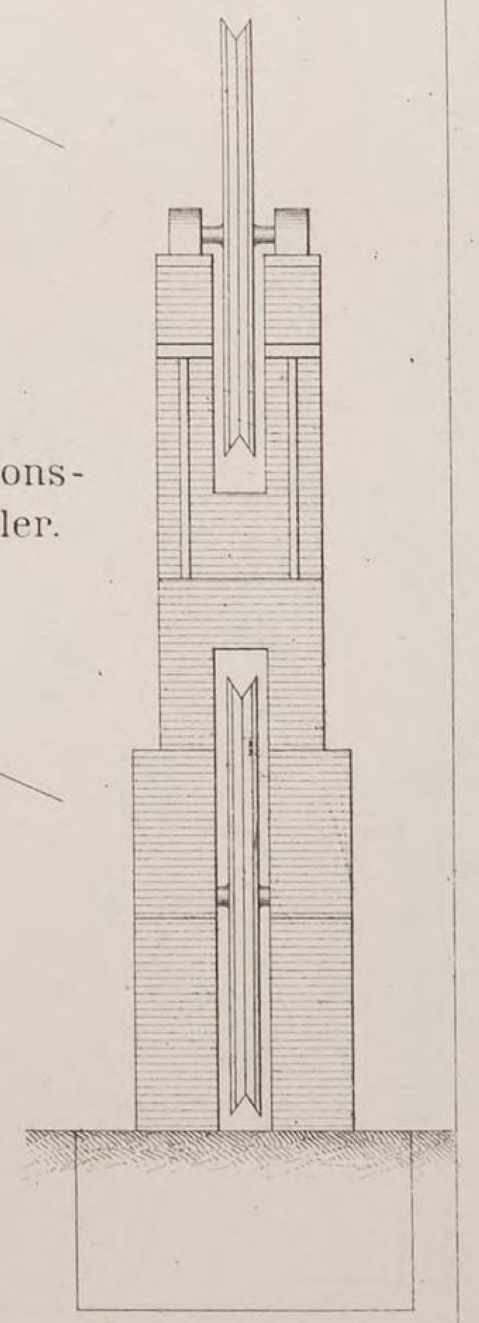


Fig. 4.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.
Verlag v. Baumgärtner's Buchhandlung, Leipzig.

Fig. 1.

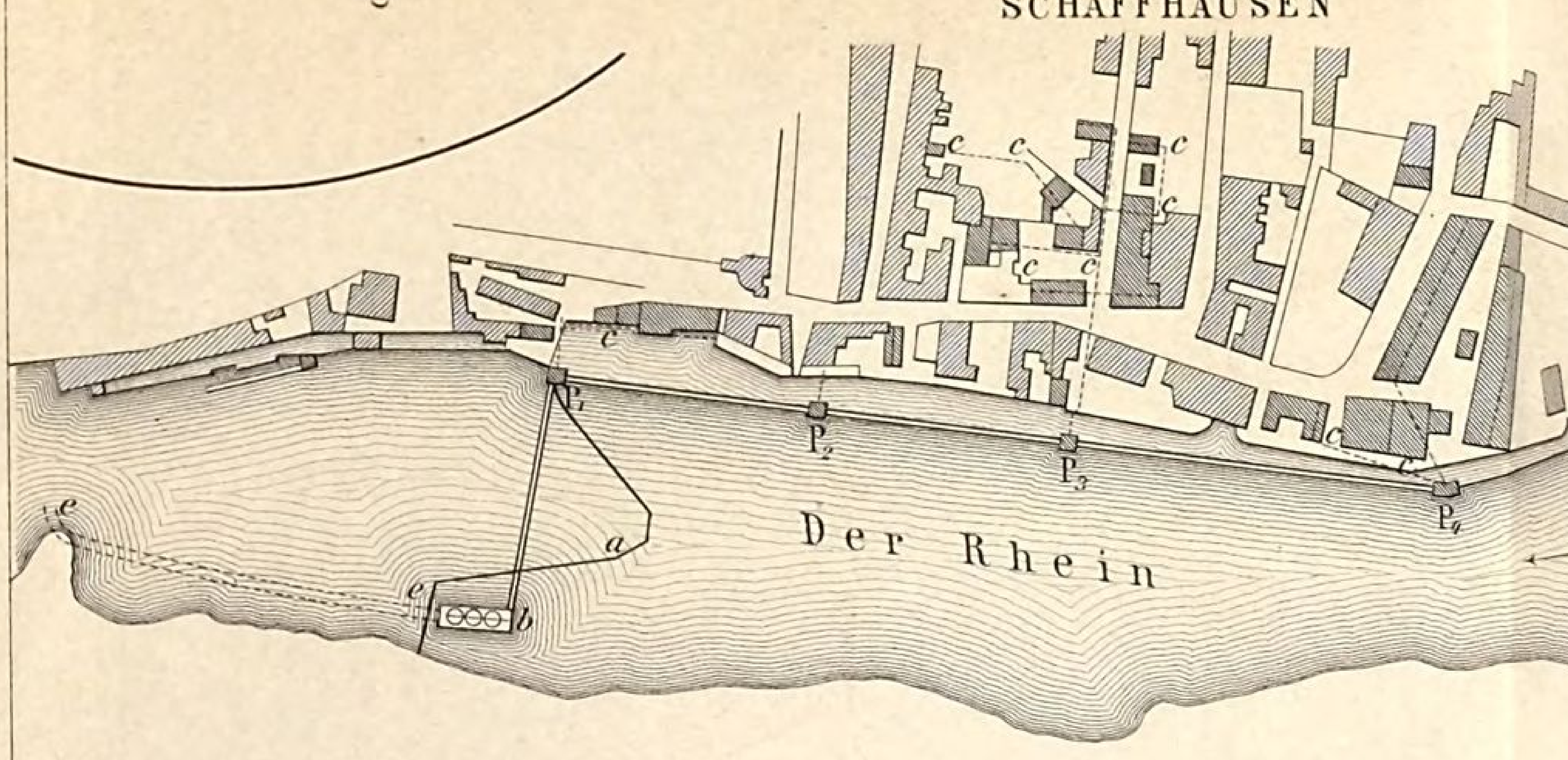


Fig. 3.

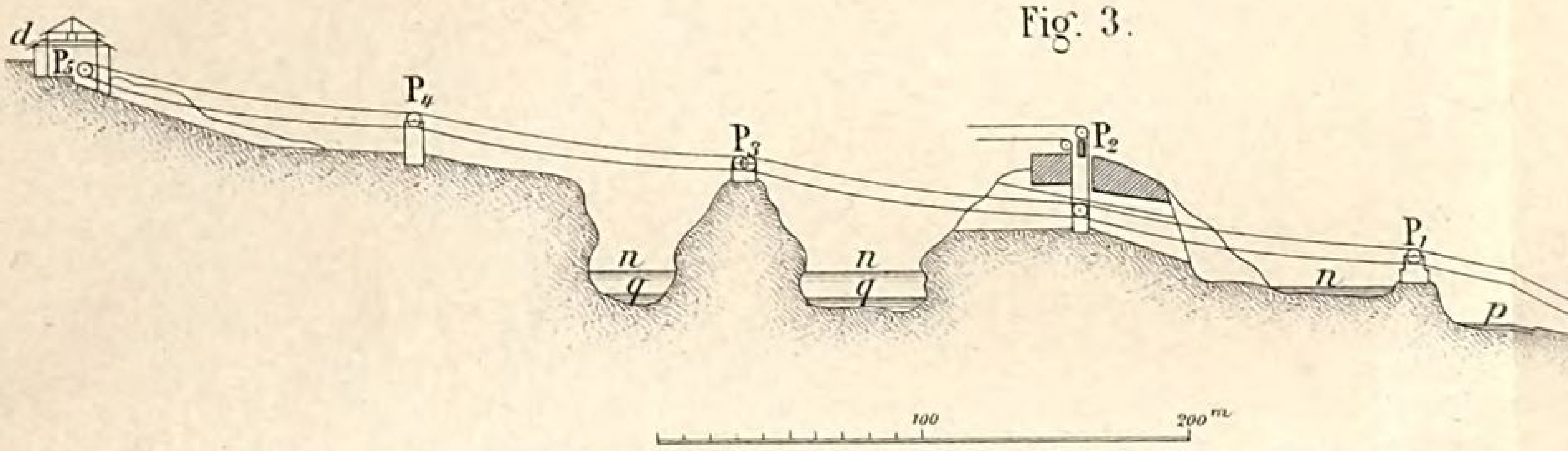
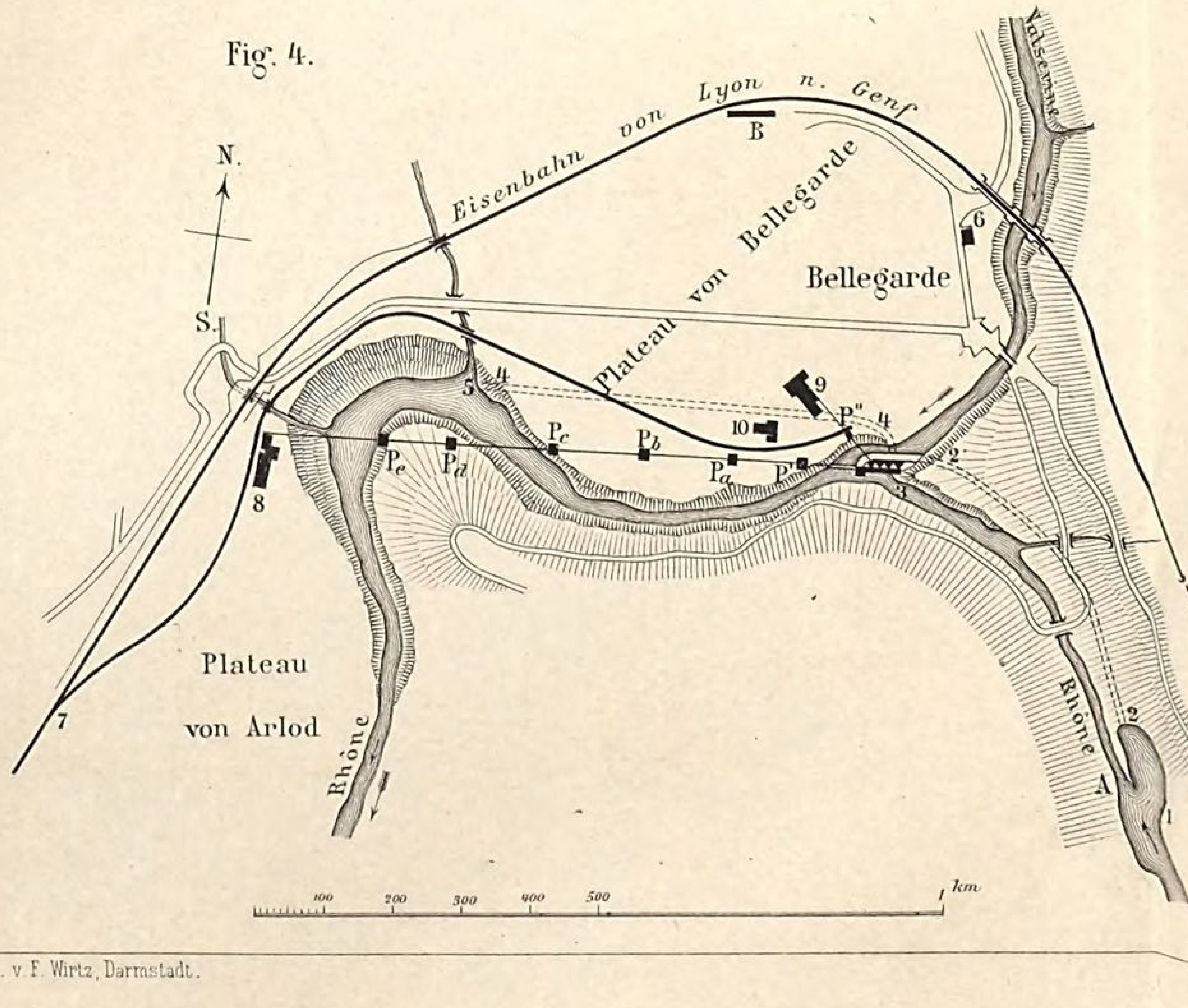


Fig. 4.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

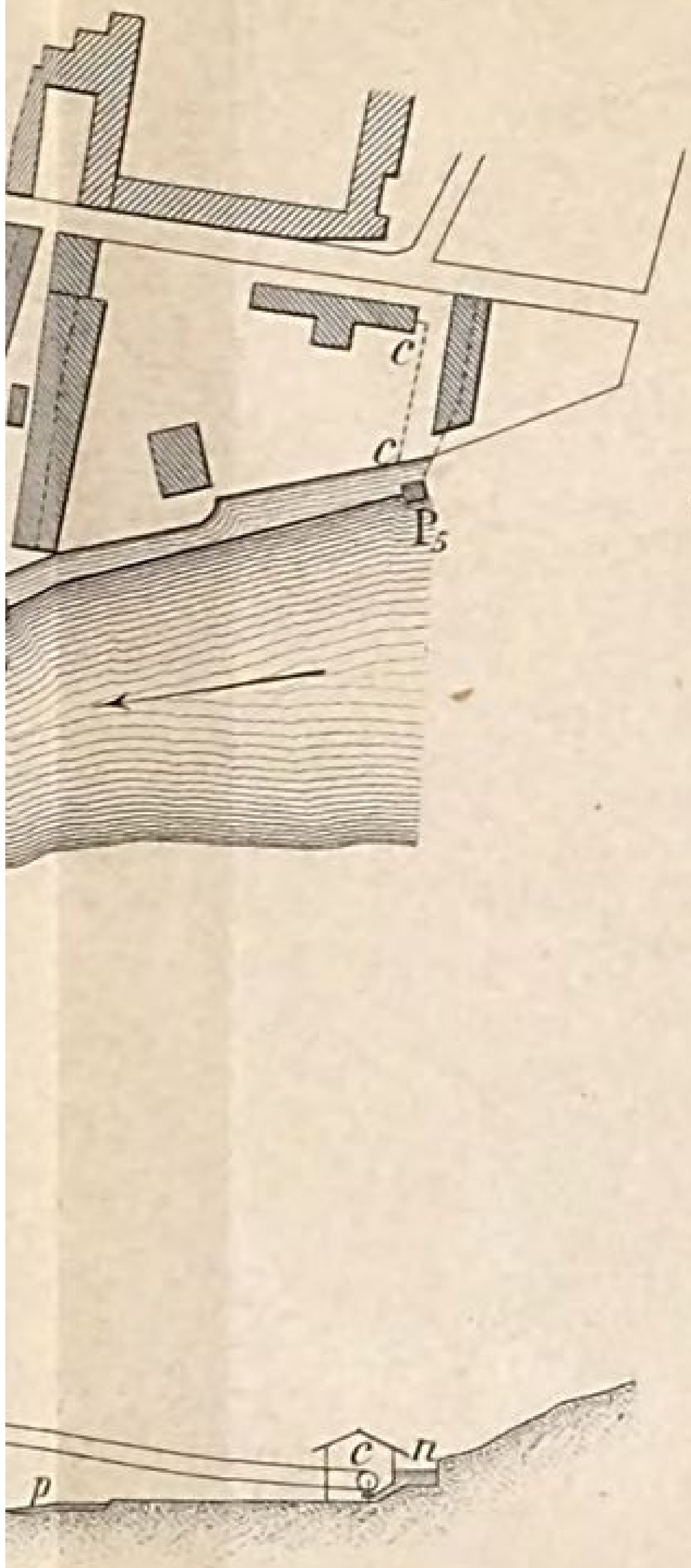




Fig. 2.

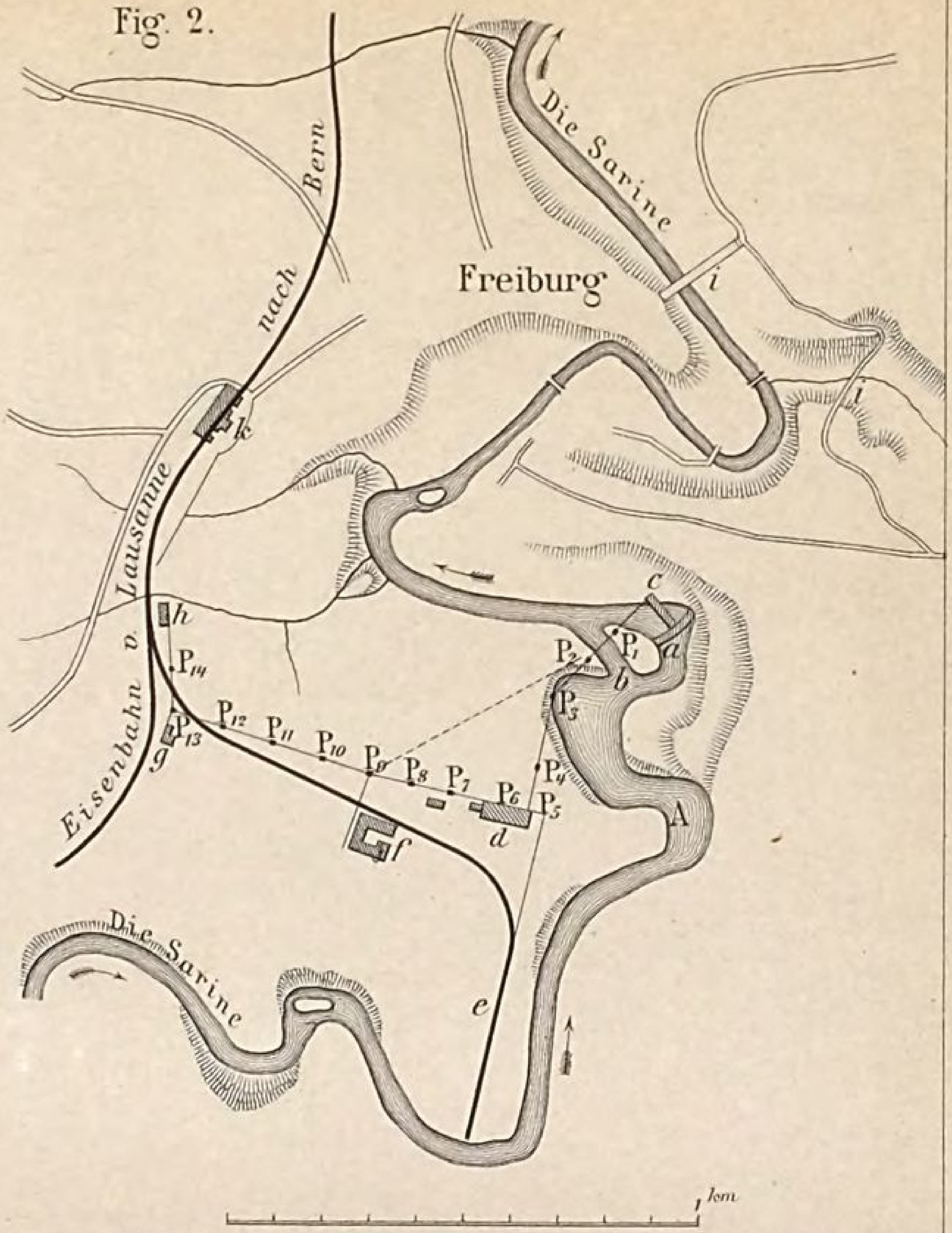


Fig. 5.

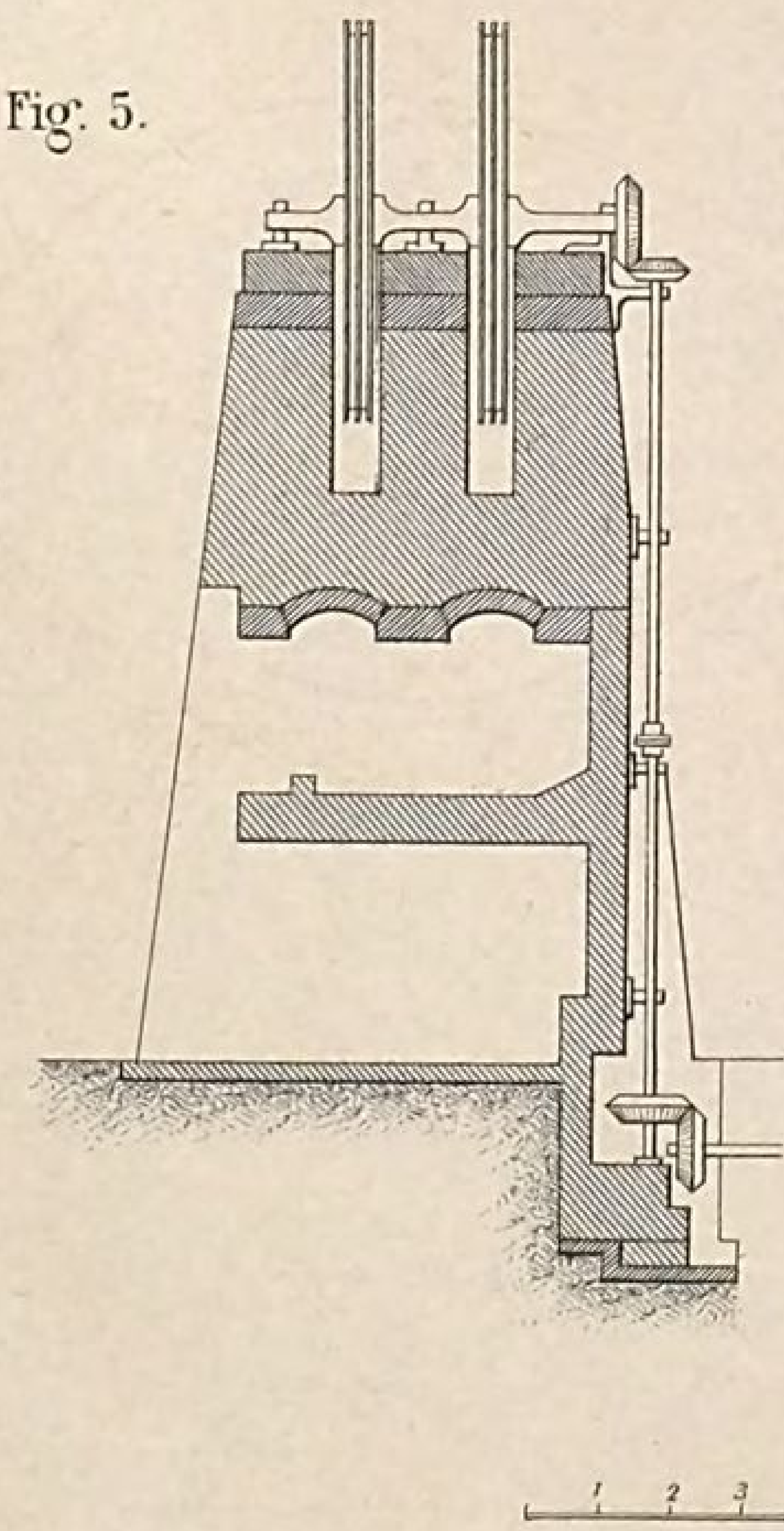
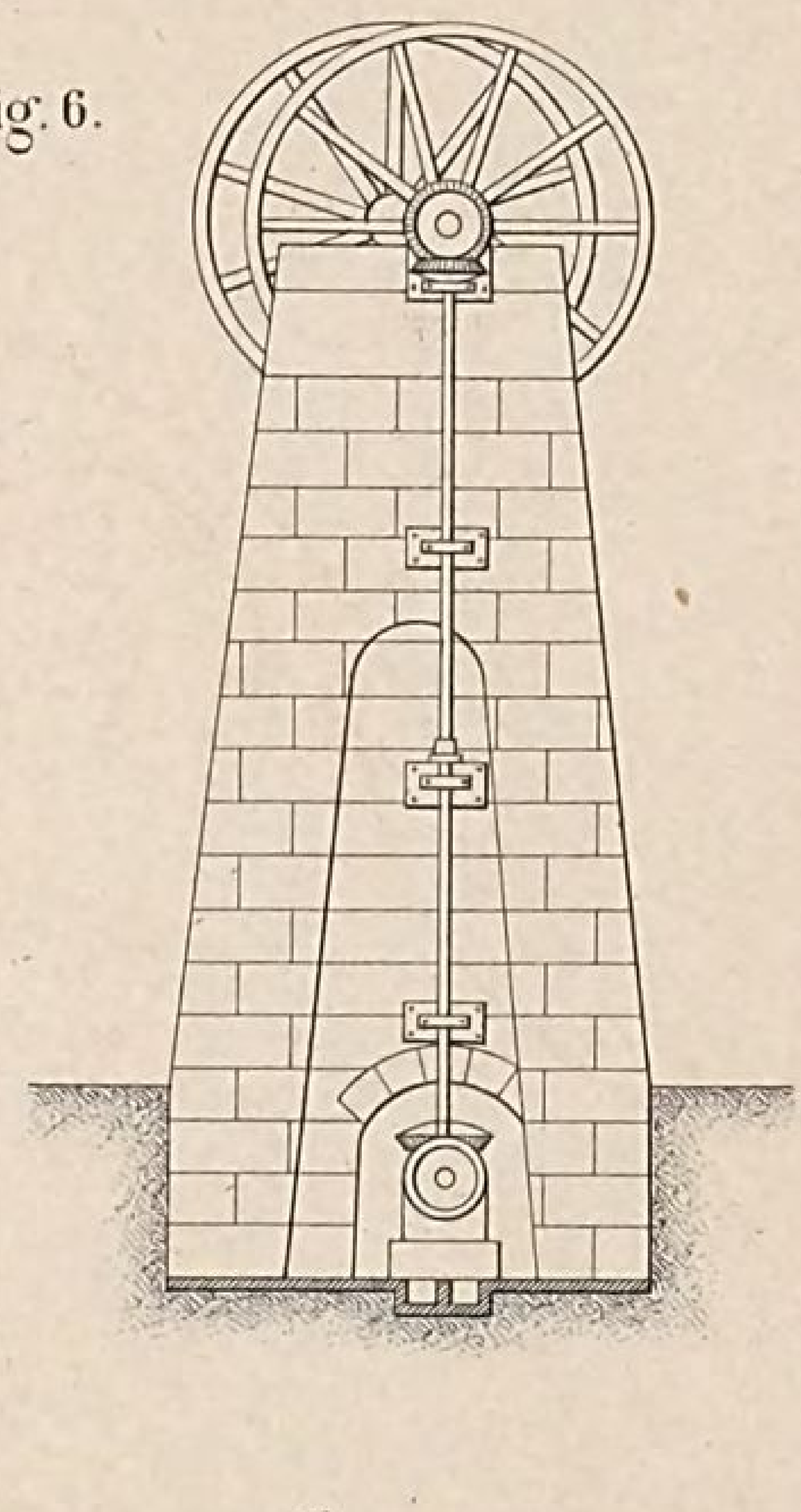


Fig. 6.





Verlag v. Baumgärtner's Buchhandlung, Leipzig.

Urtheile der Presse über die Allgemeine Maschinenlehre:

Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure. — Wenn überhaupt das Gelingen eines so bedeutenden Unternehmens nur einem Technologen ersten Ranges zugetraut werden darf, so rechtfertigt der Herr Verfasser seinen Ruf als einen solchen. Er verbindet mit einer klaren, durch viele in den Text eingedruckte Holzschnitte unterstützten Darstellungsweise wissenschaftliche Gründlichkeit, soweit solche ohne analytische, den Nichtmathematiker abschreckende Entwickelungen erreicht werden kann. Für die mit den wichtigsten Grundsätzen der Mechanik vertrauten Leser sind mathematische Formeln in Anmerkungen entwickelt. — Der Sammelfleiss des Herrn Verfassers kommt dem Leser durch die häufig gegebenen Literaturhinweisungen zu Gute.

Civilingenieur . . . Gewiss wird Jeder, welcher dieses Werk studirt, über die ausserordentliche Literaturkenntniss des Herrn Verfassers staunen, aber wir müssen hervorheben, dass es auch ausserordentlich reich an vollkommen neuen, noch nirgends niedergelegten Angaben und Notizen ist, welche der Herr Verfasser theils auf seinen zahlreichen Reisen, als Mitglied der Jury bei Ausstellungen u. dergl., zu sammeln Gelegenheit hatte, theils von seinen Schülern und Verehrern in reichster Auswahl zugestellt erhielt. Somit gehört die „Allgemeine Maschinenlehre" zu den empfehlenswerthesten Werken unserer Ingenieurliteratur.

Deutsche Bauzeitung. — Es würde überflüssig sein, den zahlreichen anerkennenden Beurtheilungen, welche das Werk bislang erfahren hat, noch eine neue hinzuzufügen. Der immense Inhalt beweist ein über den gewöhnlichen Sammelfleiss weit hinausgehendes Maas von Sammeleifer

Unterrichts-Zeitung f. Oesterreich Ueberblicken wir das ganze Werk, so müssen wir dasselbe nach Anlage und Ausführung als ein meisterhaftes bezeichnen, welches nicht nur einzig in der mechanischen Literatur dasteht, sondern gegenwärtig überhaupt zu den hervorragendsten technischen Literaturerscheinungen gehört und somit in keiner Realschule oder polytechnischen Bibliothek fehlen darf und auch keinem Fachmann oder selbst Laien unbekannt bleiben sollte.

Von gleichem Herrn Verfasser erschien in unserm Verlage:

Vorträge über Geschichte

der

Technischen Mechanik und der Theoretischen Maschinenlehre

sowie der damit in Zusammenhang stehenden mathemat. Wissenschaften.

Zunächst für technische Lehranstalten bestimmt.

Bisher erschienen:

Theil I.: **Vorträge über Geschichte der Technischen Mechanik.**

Mit zahlreichen Holzschnitten und 5 Porträts in Stahlstich. 1885. Lex.-8. In Leinwand gebdn. 14 M.

Einleitung. — Aelteste Zeit (Pythagoras—Albategnius). — Mittelalter (Karl d. Gr.—Stevin.) 15—17. Jahrh. (Galilei, Huyghens u. s. w.). — Bis Anfang des 18. Jahrh. (Newton, Leibnitz, Brüder Bernoulli, L'Hospital). — 18. Jahrh. (L. Euler, D'Alembert, Lagrange, Wolff, Kästner, Lambert, Hindenburg, Pfaff, Bossut, Dubuat, Borda und Coulomb u. s. w.). — Ende des 18. Jahrh. (Laplace, Legendre, Fourier u. s. w., Monge, Hachette, Lacroix, Carnot, Prony, Gerstner, Woltmann, Eytelwein, Gauss, Poinsot, Poisson, Ch. Dupin, D'Aubuisson, Navier, Coriolis, Poncelet). — Erstes Drittel des 19. Jahrh. (Prechtl, Beuth, Brix, Schubert, Burg, J. Weissbach, F. Redtenbacher, Hodgkinson, Fairbairn, Willis, Moseley, Rankine, Sadi Carnot, Clapeyron, Combes, Morin, Steiner, Staudt, Culmann). — Geschichte des Parallelogramms der Kräfte, der Ermittelung des Steifigkeitswiderstands der Seile, der Reibungsversuche.

LEIPZIG.
Druck von Grimme & Trömel.

Z ao

Hänsler

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Rühlmann, Moritz,

Allgemeine Maschinenlehre ein Leitfaden für Vorträge, sowie zum Selbststudium des heutigen Maschinenwesens, mit besonderer Berü cksichtigung seiner Entwickelung ; für angehende Techniker, Cameralisten, Landwirthe und Gebildete jeden Standes
Bd.: 4

[1888]

Math.a. 211 ex-4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11650485-6